



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

Grado en Ingeniería Mecánica

Título del trabajo fin de grado:

Mejora de la productividad, seguridad y salud en células de
desmontaje en una empresa de remanufactura de transmisiones de
vehículos.

Alumno: Javier Martín Munarriz

Tutor: Fernando Hernández López

Pamplona, 15 de Junio de 2015

INDICE

Introducción.....	4
Objeto	4
Alcance	4

ACERCA DE LA EMPRESA Y EL PRODUCTO

El grupo GKN	5
GKN Ayra servicio.....	6
Antecedentes	6
Emplazamiento.....	6
Capacidad productiva.....	9
Hitos	9
Organigrama de la empresa	10
Productos	14
Transmisión de motor	14
<i>Introducción</i>	<i>14</i>
<i>Juntas homocinéticas</i>	<i>14</i>
<i>Eje de interconexión</i>	<i>24</i>
<i>Despiece de transmisión.....</i>	<i>25</i>
Prop-Shaft	28
Nuevos productos	28
Proceso productivo.....	29
Clasificado de cascos	29
Desmontaje	30
<i>Desmontaje por componentes de cascos</i>	<i>30</i>
<i>Lavadora.....</i>	<i>32</i>
<i>Granallado y cepillado.....</i>	<i>32</i>
Segunda clasificación	32
Acondicionado.....	33
Almacenaje.....	33
Montaje	34
Pintura	34
Embalado.....	34

Otros procesos productivos	35
<i>Célula de barras</i>	35
<i>Célula de Prop-Shaft</i>	36
<i>Ensayos</i>	36
<i>Compra de nuevos materiales</i>	37
Lay-out actual	38

ESTUDIOS Y MEJORAS REALIZADOS

Introducción.....	40
Datos relativos a cascos	41
Familias en desmontaje	41
Agrupación por tecnologías	43
Conclusiones	47
Diagramas de flujo	48
Primeras conclusiones.....	54
Medición de tiempos	55
Desmontaje de trípode trípode.....	57
Desmontaje de bolas trípode.....	59
Desmontaje de bolas bolas (VL)	61
Desmontaje de bolas bolas (DO).....	63
Conclusiones generales	66
Saturación de máquinas.....	67
Introducción	67
Análisis de saturación.....	68
Conclusiones	69
Propuesta de mejora	70
Introducción	70
Pinza neumática	70
<i>Introducción</i>	70
<i>Diseño</i>	71
<i>Resultados</i>	76
Puesto de desmontar juntas	82
<i>Introducción</i>	82
<i>Diseño</i>	82
<i>Planos</i>	82
<i>Resultados y problemática</i>	83

<i>Mejora de la productividad</i>	86
Conclusiones	86
Nuevos diagramas de flujo	86
Mejora de la productividad estimada	92
Mejoras en seguridad y salud	94
Ineficiencias	96
Introducción	96
Ineficiencias en desmontaje	97
<i>Conclusiones globales en desmontaje</i>	107
Ineficiencias en lavado	108
<i>Conclusiones globales en lavado</i>	120
Lay out futuro	123
Introducción	123
Programa de necesidades	124
<i>Estudio de ordenes de desmontaje en 2014</i>	124
<i>Distribución del espacio</i>	127
Máquinas asignadas por célula	127
Resultado.....	129
Conclusiones generales	130
Bibliografía	132

Introducción

El presente trabajo fin de grado de la titulación Grado en Ingeniería Mecánica, se realizó entre los meses de Febrero y Junio de 2015 para la empresa GKN Ayra Servicio, situada en Carcastillo, en la Ribera de Navarra. Dicha empresa se dedica a la remanufactura de transmisión de vehículos.

Objeto

El objeto de este trabajo fin de grado es mejorar la productividad de un proceso productivo de la empresa GKN Ayra Servicio, concretamente el desmontaje de cascos de transmisión de vehículos. Además, este trabajo tiene también como objetivo la mejora de la ergonomía, seguridad y salud de los empleados de esta área de la fábrica.

Alcance

El alcance de este proyecto se limita a implantar mejoras en el proceso productivo citado anteriormente. Queda fuera del alcance de este trabajo mejoras en otras áreas de la fábrica.

ACERCA DE LA EMPRESA Y EL PRODUCTO

El grupo GKN

El grupo GKN es una multinacional dedicada a la ingeniería con presencia en los 5 continentes y plantas de producción en 33 países, con una plantilla de 51.400 trabajadores.

A su vez, esta multinacional se divide en cuatro sectores:

- GKN Aerospace

Son fabricantes de primer equipo de componentes para la aviación comercial y militar. Esta división cuenta con 12.350 empleados distribuidos en 33 instalaciones y presentes en 7 países. En 2014, esta división facturó un total de 3128 millones de euros.

- GKN Driveline

Sección a la que pertenece Gkn Ayra servicio S.A. Esta división es líder mundial en suministro de línea motriz del automóvil. Cuenta con una plantilla de 25.650 personas distribuidas en 57 instalaciones y más de 20 países. En 2014, esta división facturó un total de 4790 millones de euros.

- GKN Land system

Esta sección se dedica a la fabricación de máquina agrícola, minería y construcción. Son fabricantes de primer equipo de trenes de potencia para vehículos de estos ámbitos. Cuenta con 5.200 empleados repartidos en 37 plantas y presentes en más de 15 países. En 2014 facturó un total de 1079 millones de euros.

- GKN Powder metallurgy

Son fabricantes de aleaciones metálicas y sinterizado de metales. Por ello, esta sección ofrece la gama de materiales más amplia de su sector. Sus principales productos son derivados del aluminio, aleaciones del acero, latón, bronce, composites y aleaciones de alta temperatura. Esta división cuenta con un total de 6.900 empleados distribuidos en 34 plantas y presentes en 10 países. En 2014 facturó un total de 1274 millones de euros.

GKN Ayra servicio

Antecedentes

En la década de los 80 existían 2 fábricas del grupo GKN situadas en España, una situada en Vigo y otra en Zumaya. En 1981 se creó un almacén para las plantas de primer equipo citadas anteriormente, dicho almacén se llamó Ayra Servicio y se situó en Barcelona. El cometido de este almacén era la recogida de las piezas de ambas plantas y distribuir las a los compradores.

A principios de los años 80 existían 2 fábricas de refabricación de transmisiones de motor, una situada en Alemania y otra en Francia, cuando en 1987 surgió Gkn Ayra Servicio Carcastillo. La idea provino de la fábrica de Zumaya en la que se vio una buena idea de negocio la refabricación de transmisiones.

Al comienzo, la planta solo contaba con 5 empleados y hoy cuenta con una plantilla de 109 empleados.

Emplazamiento

La empresa GKN Ayra Servicio está situada en el polígono industrial de Carcastillo, en la Ribera de Navarra. Actualmente cuenta con un solar de 30.000m²,

divididos entre almacén exterior o campa, zonas de circulación, aparcamiento y la nave de la siguiente manera:

- 10.000m² de nave repartidos entre el taller, dos secciones de oficinas y un almacén interior.
- 12.000m² de almacén exterior o campa.
- 8000m² de viales y parking.



Ilustración 1: vista aérea GKN Ayra Servicio

Capacidad productiva

Con las instalaciones actuales se estima que la fábrica posee una capacidad productiva de 500.000 transmisiones/año. Sin embargo, se están montando alrededor de 315.000 transmisiones al año.

Hitos

- 1995: incorporación de refabricación de transmisiones de bolas
- 1998: La fábrica de refabricación de Alemania cierra y Gkn Ayra Servicio Carcastillo absorbe parte de su producción.
- 2001: se consigue un contrato que marcará gran parte de la producción con el grupo Renault. Convirtiéndose desde entonces en uno de los mayores clientes.
- 2002: se consigue la acreditación ISO/TS16949, una certificación de calidad en el sector del automóvil.
- 2006: se consigue la acreditación ISO 14001. Se trata de una certificación de gestión medioambiental específica para pequeñas y grandes empresa. Mediante esta norma se obtiene una manera sistemática para integrar actos de protección medioambiental a través del método Planificar-Hacer-Verificar-Actuar, más conocido en inglés como Plan-Do-Check-Act. Además en este año se firma un contrato con Mercedes ampliando así la producción.
- 2008: el almacén situado en Barcelona traslada sus funciones a la planta de Carcastillo, asumiendo así dicha planta las labores de distribución. En este año además se firmó un contrato con Volkswagen ampliando de nuevo clientes y producción.
- 2009: se consigue la certificación OHSAS 18.001, una acreditación que certifica la seguridad y salud en los métodos de trabajo.

- 2011: se firma un contrato para general motors.
- 2013: se firma un contrato con Fiat
- 2015: se firma un contrato para Bentley, con la notable diferencia que se fabricarán para esta marca transmisiones longitudinales de primer equipo, abriendo de esta manera las puertas de la empresa a la fabricación de transmisiones nuevas.

Organigrama de la empresa

La empresa cuenta actualmente con 109 trabajadores, la mayor parte de ellos son operarios encargados del proceso productivo de la fábrica. El resto de empleados está distribuido en los siguientes departamentos y cuyas funciones se describen a continuación:

- Gerencia

El gerente de la empresa es el máximo responsable de los departamentos de la fábrica y toma en última instancia toma decisiones respecto de lo que se va a hacer. Además, es el responsable de la visión estratégica de la fabrica por lo que es el que toma las decisiones respecto de a que nuevos productos debe enfocarse la empresa. Fue el fundador de la fábrica en el año 1987 y actualmente es gerente de otras dos plantas del grupo GKN.

- Recursos humanos
 - Son los encargados de realizar el plan de acogida a los nuevos empleados.
 - Estipulan y supervisan el plan anual de formación.
 - Realización de contratos y nóminas.

- Promover la formación externa e interna.
- Seguridad y medio ambiente
 - Velar por la seguridad de todos los empleados, imponiendo medidas preventivas para que no se produzcan accidentes.
 - Tratar de que el proceso productivo sea lo menos agresivo posible para el medioambiente.
 - Formación de trabajadores en aspectos de seguridad, salud y medioambiente.
- Calidad
 - Son los encargados de verificar que se cumplen las especificaciones de calidad.
 - Control y generación de la documentación de calidad.
 - Seguimiento de los medios de control impuestos.
- Compras
 - Proveer de las piezas y componentes necesarios en la planta de producción.
 - Negociación con proveedores.

- Análisis de necesidades de compras.

- Informática, I+D
 - Mantenimiento de soporte informático.
 - Desarrollo de nuevos proyectos.
 - Control de stocks.

- Ingeniería de producto (IPA)
 - Creación de nuevas explosiones.
 - Creación de nuevas referencias.
 - Diseño de piezas nuevas.
 - Recepción de nuevo producto.

- Producción
 - Planificar y marcar tiempos de producción acordes con los pedidos de ventas, satisfaciendo de esta manera las necesidades exigidas por el cliente.
 - Gestión del almacén.

- Mantenimiento
 - Mantenimiento predictivo.

- Mantenimiento preventivo.
 - Mantenimiento productivo.
 - Subcontrataciones en mantenimiento.
- Ingeniería de fabricación (IFA)
 - Diseño de utillaje para la correcta fabricación en las máquinas.
 - Mejoras en el lay-out de la fábrica.
 - Definición de los métodos de trabajo mediante fichas de trabajo.
 - Estipulación de los tiempos de trabajo.
 - Pedidos y compra de utillaje.

En este último departamento, Ingeniería de fabricación, es donde se desarrollo el presente proyecto. Este departamento está fusionado con el departamento de mantenimiento, compartiendo los dos el mismo espacio físico. A la hora de tomar decisiones como las abordadas en dicho proyecto, se reunían los componentes del departamento o equipo para la mejor toma de decisiones, sumando un total de 7 componentes.

Productos

Transmisión de motor

Introducción

Como definición general, la transmisión de un vehículo es el nexo entre el motor de combustión interna y las ruedas del mismo. Es la encargada de comunicar la potencia generada por el motor hacia las ruedas, y en algunos casos cumple más condiciones como la de dirigir el vehículo.

A modo genérico, una transmisión está compuesta por dos juntas homocinéticas y una barra o tubo que las comunica entre ellas. Se distinguen estas juntas por que una de ellas es solidaria a la rueda y la otra a la salida de la caja de cambios. Este último factor es determinante a la hora de clasificar transmisiones, ya que se distinguen por la tecnología empleada en cada una de ellas, y se denominan respectivamente, lado rueda y lado caja. A continuación se explican en detalle las posibilidades existentes para cada una de estas juntas y la casuística que deriva de ellas.

Juntas homocinéticas

Son articulaciones capaces de transmitir potencia a través del par motor. Como se ha mencionado anteriormente, en una transmisión se encuentran dos de estas juntas, una a la salida de la caja de cambios y otra solidaria a la rueda. Esto diferencia claramente cada una de estas dos juntas, ya que cada una de ellas debe cumplir con requerimientos funcionales distintos. Sin embargo, todas ellas se distinguen independientemente del lado en el que se encuentren por modo de transmitir la potencia.

Una de ellas se conoce como junta de bolas, están compuestas por un conjunto de bolas, normalmente 6 ó 8, que ruedan por pistas independientes, y están retenidas por un conjunto formado por: nuez, jaula, circlip y mangueta o tulipa.

La otra tecnología empleada se conoce como trípode, está compuesto por un cuerpo de esta forma en el que van alojados 3 rodetes. Este conjunto queda retenido una vez más por un circlip y una mangueta o tulipa.

A continuación se describen las tecnologías existentes en más detalle y como varían estas en función de en que lado de la transmisión se encuentren.

LADO RUEDA

Esta junta debe permitir giros en ella entre 47° y 50°, los cuales coinciden con el giro permitido en los vehículos habituales. Sin embargo, éstas no permiten desplazamientos axiales, por lo que también son conocidas como “juntas fijas”. Este ángulo de giro puede lograrse mediante las tecnologías de trípode y bolas descritas anteriormente.

Juntas de bolas

Las soluciones para el lado rueda adoptando de la tecnología de bolas se describen a continuación:

- Juntas AC

Este tipo de junta es muy común para turismos ya que ofrece una solución económica cumpliendo los requerimientos de suspensión y ángulo de giro. El recorrido de las bolas por la pista de la mangueta es de sección circular permitiendo un giro de 47°. La sección de la pista es elíptica, de esta manera se reparten más homogéneamente los esfuerzos en la junta y se alarga su vida útil. A continuación se adjunta una foto con este tipo de manguetas



Ilustración 2

Para el correcto funcionamiento de la transmisión es necesario que esta mangueta este permanentemente lubricada con grasa. Esto se consigue con la junta, que consta de la mangueta y un fuelle que retiene la grasa que hay en su interior. A continuación se muestra una foto de la junta AC.

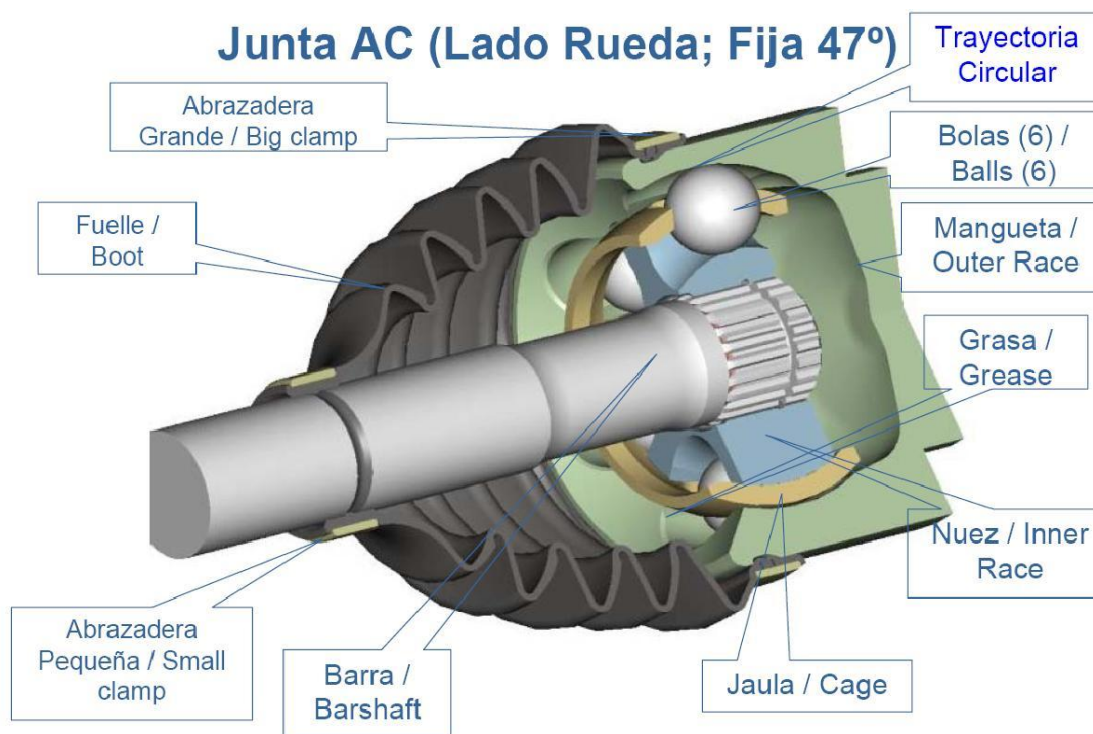


Ilustración 3

- Juntas UF

Similar a la tecnología empleada en las juntas AC, ya que la sección de la pista también es elíptica para repartir los esfuerzos en la pista. La diferencia respecto al tipo de junta anterior reside en que al final del recorrido de las bolas por la pista, la cual también es circular, tiene un tramo recto que le otorga un giro a la junta más amplio, concretamente 50°. Se adjunta a continuación una imagen de este tipo de manguetas.



Ilustración 4

De la misma manera que en las juntas de tipo AC, la mangueta debe ir cubierta en su anterior por grasa para que este correctamente lubricada, a continuación se muestra una imagen de este tipo de junta.

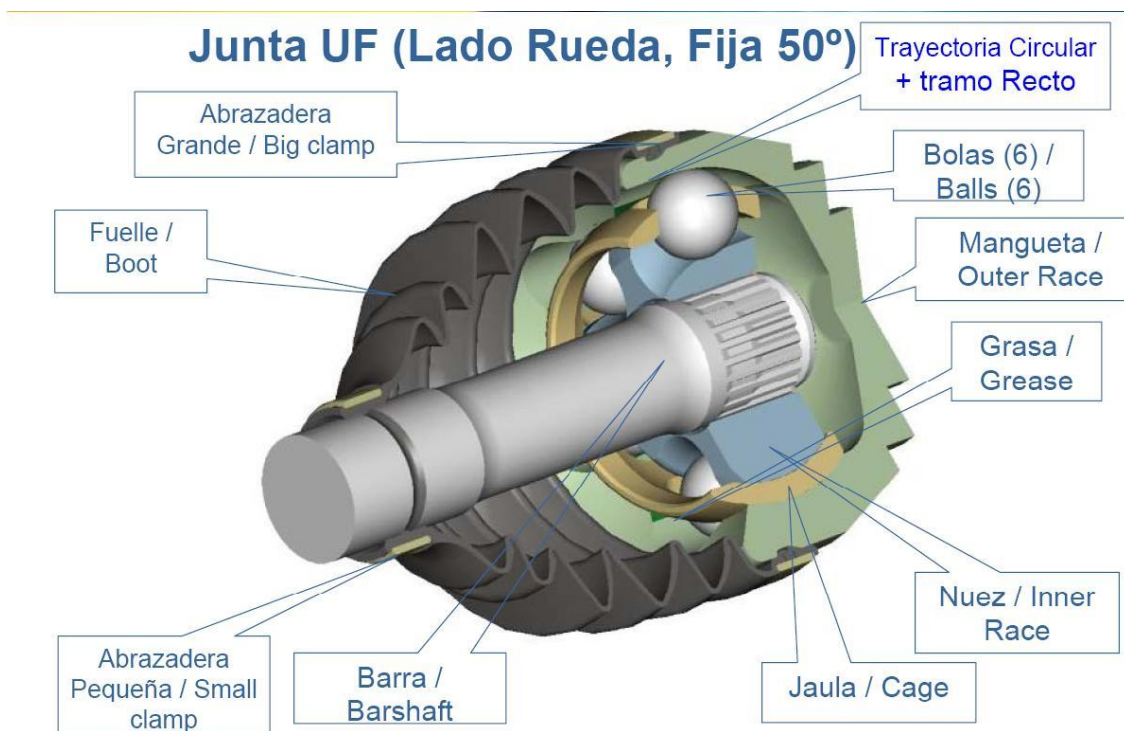


Ilustración 5

Por último se adjunta una tabla que resume lo descrito anteriormente:

Tipo	Comentarios	Tipos	Max ángulo de articulación	Otra particularidad
Fijas	> Van en el lado de la rueda > No permiten desplazamiento axial > Dan el ángulo de la dirección	AC	47°	Trayectoria de la pista circular Sección de la pista elíptica
		UF	50°	Trayectoria de la pista circular + tramo recto Sección de la pista elíptica

Tabla 1

Juntas de trípode

La tecnología de trípode para el lado rueda se denomina GE, ya que solo hay un modelo de junta de este tipo para el lado rueda. Permiten un giro de hasta 47° y se distinguen por que la barra no es de sección constante. En este caso, a la mangueta se le denomina bola-mangueta y lleva remachado en su interior el cuerpo y los rodetes del trípode. No obstante, este tipo de junta está quedando obsoleta y está cayendo en desuso.

LADO CAJA

Se trata de la junta que va situada a la salida del grupo diferencial, también conocida como junta interior por ir situada en esta parte del vehículo. Los requisitos funcionales que debe cumplir, aparte del evidente de transmitir la potencia a la barra, son el permitir un giro de entre 23° y 26° y permitir un desplazamiento axial de hasta 50mm, por lo que también se le conoce como “junta deslizante”. Se adjunta una tabla con las tecnologías existentes para las especificaciones nombradas anteriormente, después se explicará en detalle cada una de ellas.

Tipo	Comentarios	Tipos	Max ángulo de articulación	Desplazamiento
Trípodes	> Van en el lado del diferencial (caja)	GI	23°	50mm
		AAR	26°	50 mm
Bolas	> Permiten desplazamiento axial	DO	26°	50mm
		VL	26°	50 mm
	> Angulo de articulación reducido			

Tabla 2

Juntas de trípode

- Junta GI

En este caso, los muñones del cuerpo del trípode son rectos, lo que reduce la posibilidad de giro en la tulipa. A continuación se muestra una foto del conjunto trípode-tulipa y posteriormente de la junta. Debido a su sencillez la mayoría de vehículos montan este tipo de junta en el lado caja.



Ilustración 6

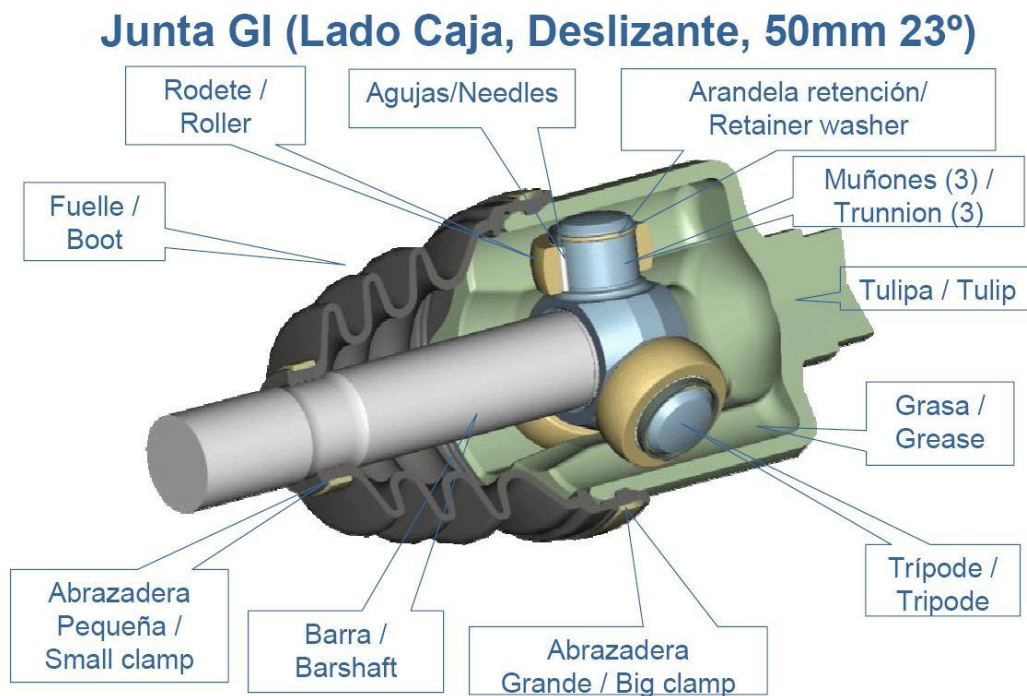


Ilustración 7

Para el lado caja existen dos vertientes de trípode. En uno de ellos, el GI, el muñón es recto y los rodetes quedan fijos a él. En el otro, conocido como AAR, el muñón tiene forma abombada, lo que permite al rodete desplazarse por él permitiendo un mayor ángulo de giro.

- Junta AAR

La peculiaridad de esta junta reside en el cuerpo del trípode, concretamente en los muñones, que tienen una forma circular lo que permite al rodete desplazarse por él permitiendo un mayor ángulo de giro, en concreto 26°.



Ilustración 8

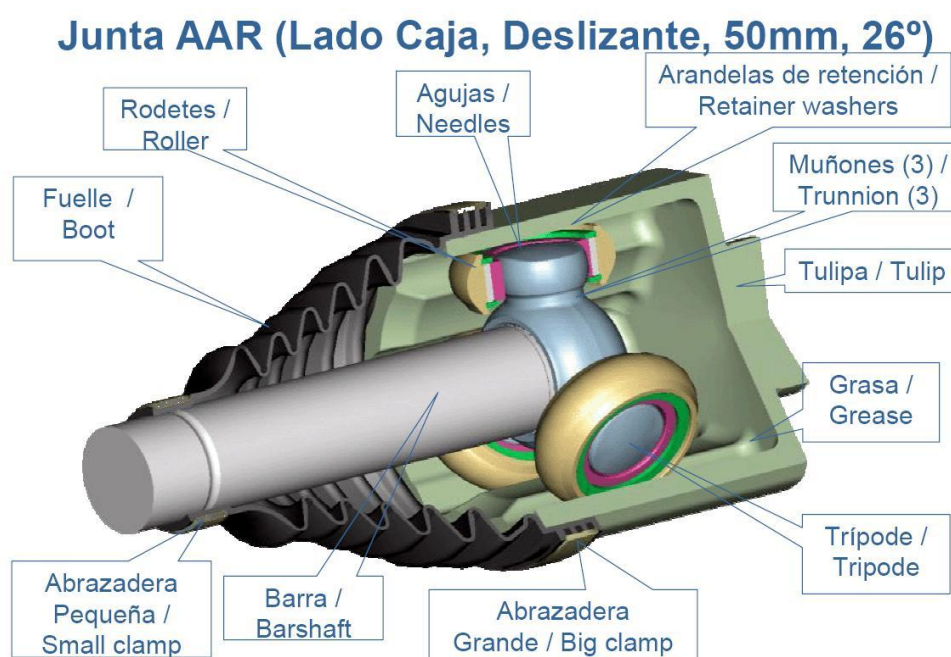


Ilustración 9

Juntas de bolas

- Junta DO

Su peculiaridad es que son juntas de lado caja con bolas y con tulipa. Este tipo de junta es adecuado para ángulos de trabajo altos y vibraciones elevadas.



Ilustración 10

Junta DO (Lado Caja, Deslizante, 50mm 26°)

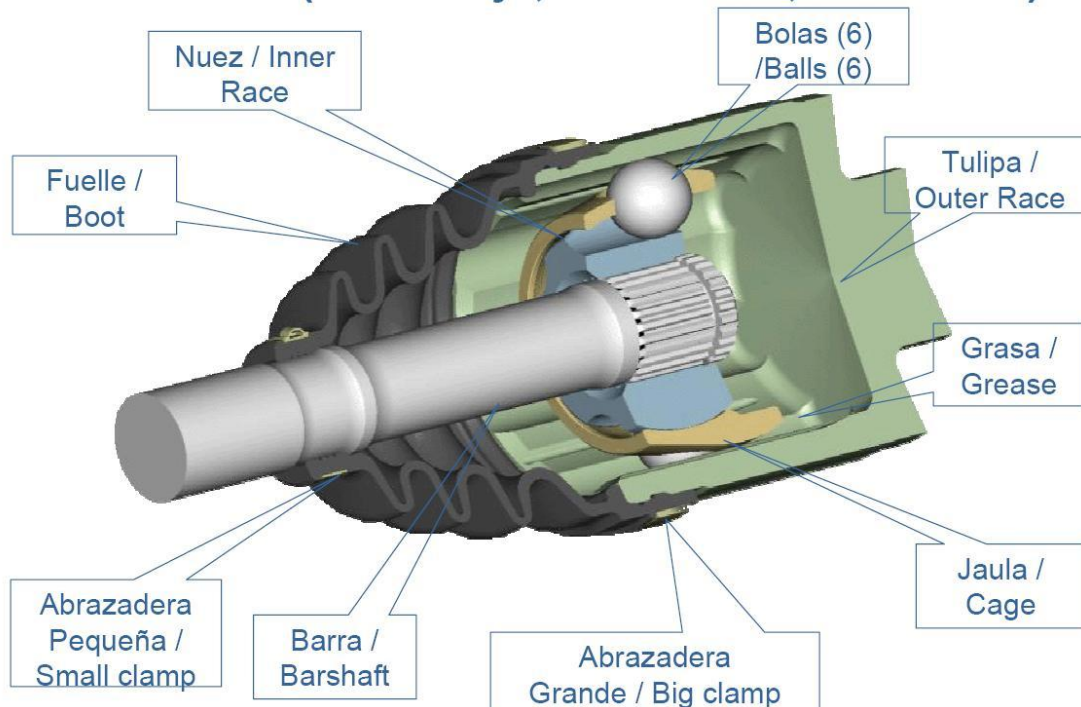


Ilustración 11

- Junta VL

Este tipo de junta es característica por que las bolas ruedan sobre una pista en forma de V, lo que les otorga el desplazamiento axial. De esta manera se obtiene una solución más compacta y no es necesario una tulipa, en su lugar el conjunto va alojado en un disco. Es la solución adoptada comúnmente para los vehículos de tracción trasera.



Ilustración 12

Junta VL (Deslizante, Interna & Externa 50mm 26°)

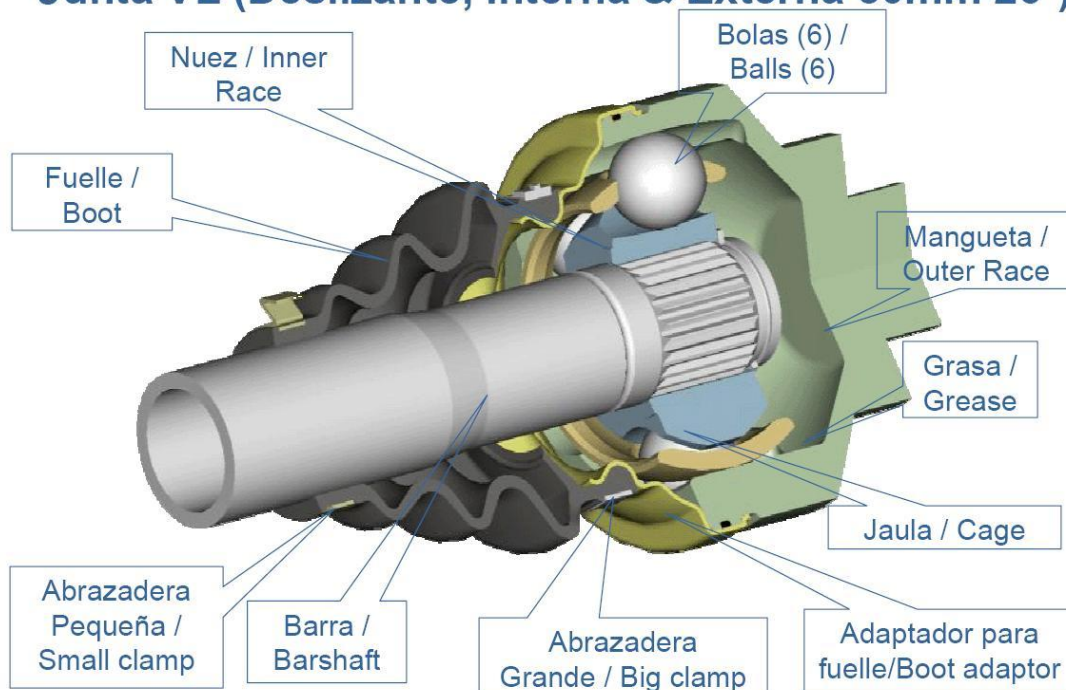


Ilustración 13

Eje de interconexión

Esta pieza tiene como función ser el nexo entre las dos juntas homocinéticas. Debe cumplir condiciones de dureza y especificaciones como distancia entre rueda-caja diferencial y diámetro. Estos ejes además van mecanizados para alojar elementos de retención como circlips y abrazaderas y también tienen un estriado para alojar la nuez o el trípode según sea la tecnología que vaya a ser empleada.

Estas son soluciones existentes para conseguir los requerimientos citados anteriormente:

- Semieje

Son ejes sólidos que ofrecen un buen compromiso entre prestaciones y precio. Pueden llevar acoplado un amortiguador, cuya función es la de absorber vibraciones durante su uso.

- Eje tubular

Se trata de barras huecas que se adaptan a las frecuencias de doblez y torsión requeridas, este tipo de ejes no suele necesitar de amortiguador para absorber vibraciones. Este tipo de tecnología se fabrica en dos vertientes:

- Semieje tubular soldado(WTS-medio) son semiejes huecos soldados a la espiga con el estriado, la cual es maciza. Tienen un bajo de nivel de vibraciones y una resistencia torsional.
- Ejes de Monobloque tubular(MTS-fondo) son ejes hechos de una pieza huecos en su totalidad. Tienen el potencial de adaptación más alto para la frecuencia de doblez natural y tiesura torsional en el peso más bajo.



Ilustración 14

Despiece de transmisión

A continuación se adjuntan a modo de sumario el despiece de una transmisión de trípode y otra de bolas.

- Conjunto transmisión trípode

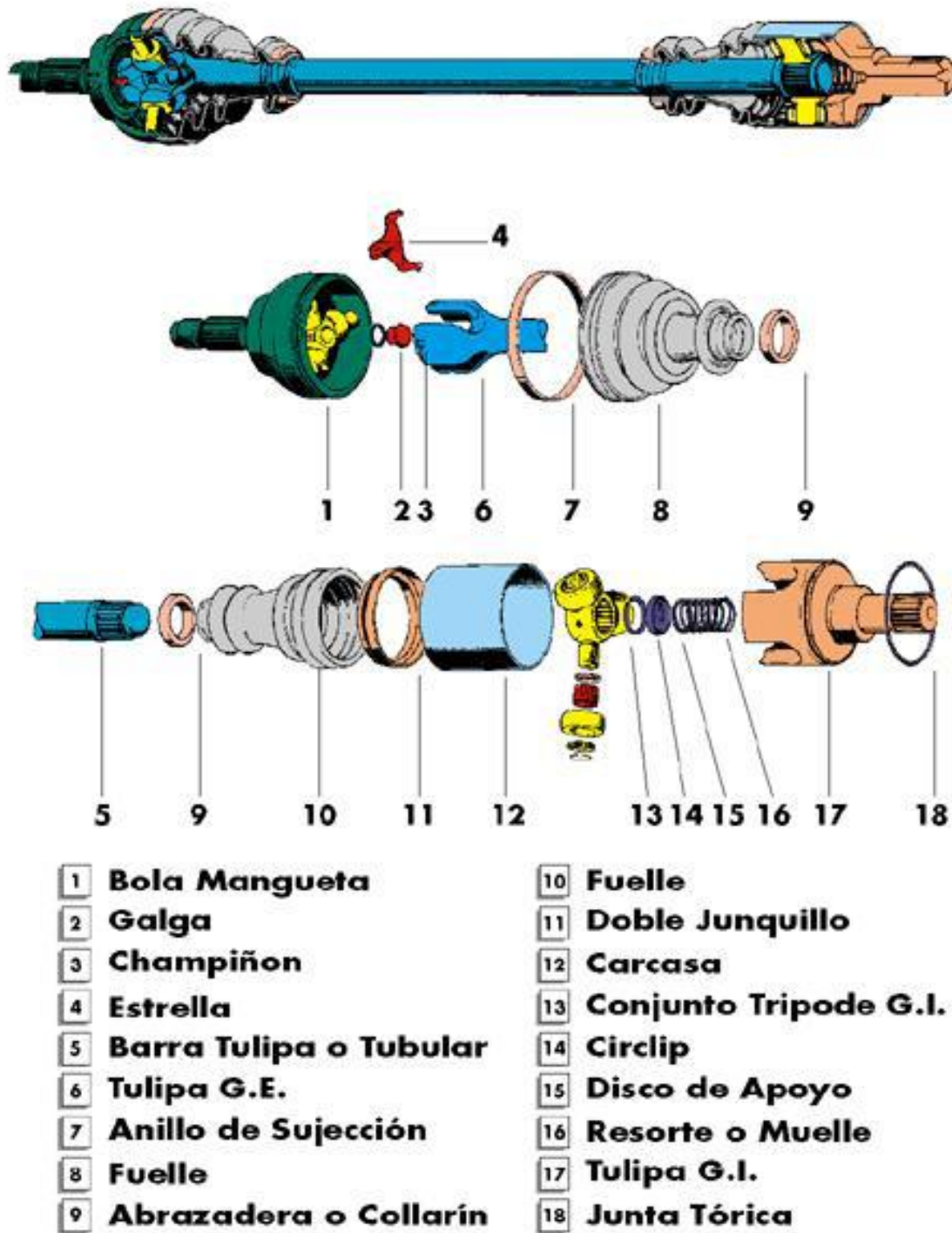
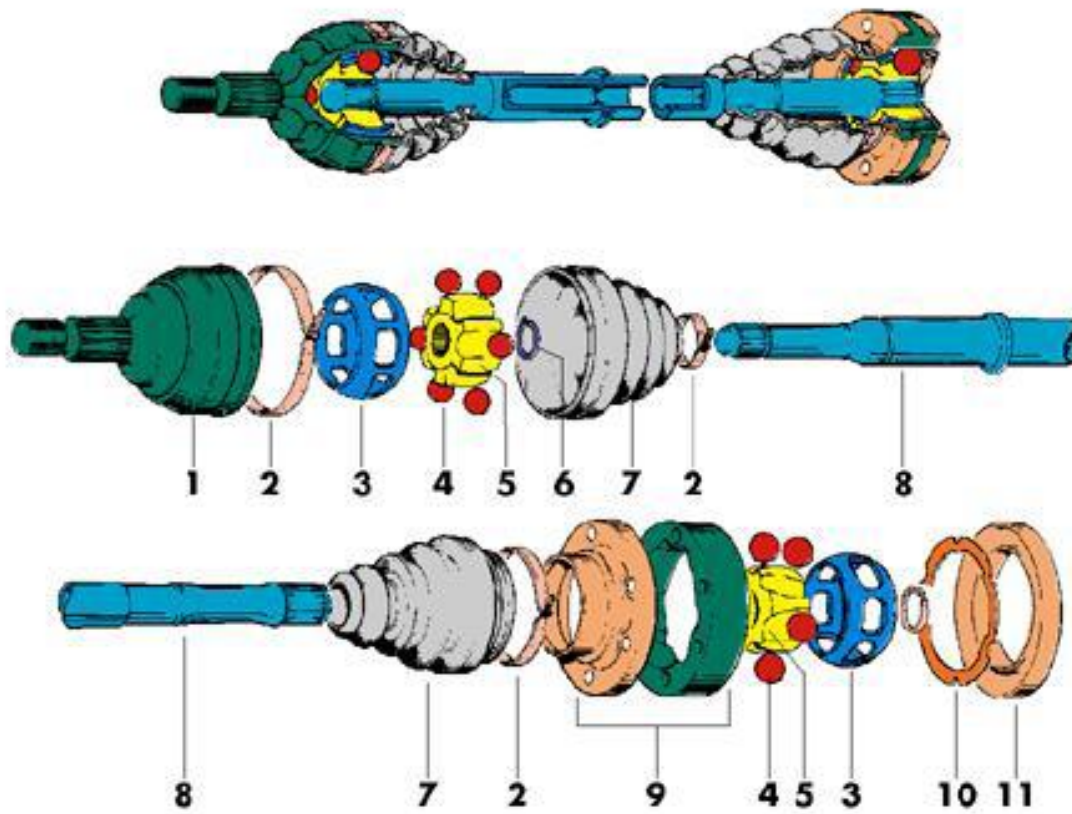


Ilustración 15

- Conjunto transmisión bolas



- | | |
|----------|-------------------|
| 1 | Mangueta |
| 2 | Abrazadera |
| 3 | Jaula |
| 4 | Bolas |
| 5 | Nuez |
| 6 | Circlip |

- | | |
|-----------|------------------------|
| 7 | Fuelle |
| 8 | Barra |
| 9 | Junta tipo VL |
| 10 | Junta de Cierre |
| 11 | Casquillo |

Ilustración 16

Prop-Shaft

Son transmisiones longitudinales. Se encargan de transmitir la potencia a las ruedas traseras, en el caso de vehículos con tracción a las 4 ruedas o trasera. Actualmente se desmontan y se refabrican transmisiones de este tipo para el Volskwagen Touareg, Renault Kangoo y actualmente se tiene la fábrica un importante proyecto en curso para la fabricación de Prop-shaft de primer equipo para Bentley.

Estas transmisiones pueden estar fabricadas en una, dos o tres piezas, y deben estar preparados para soportar grandes esfuerzos ya que generalmente van montados en vehículos todoterreno.



Ilustración 17

Nuevos productos

Actualmente se está estudiando la posibilidad de implantar células de montaje para la refabricación de direcciones y bombas para la dirección.

De la misma manera se han empezado a fabricar transmisiones longitudinales para Bentley de primer equipo, esto es, con componentes nuevos en su totalidad destinados para los vehículos sin estrenar. Este hecho podría abrir las puertas a la empresa para la fabricación de primeros equipos de otras transmisiones.

Proceso productivo

Clasificado de cascos

En este puesto de trabajo un operario recibe un cestón con cascos traídos de la campa exterior donde se recibe el material. Estos cascos no poseen todavía una referencia, por lo que el cometido del operario es identificar estos cascos con la ayuda de un software que a partir de características tales como: longitud total, número de estrías, tecnología de juntas, discrimina cascos hasta llegar a la referencia adecuada. Llegado a este punto el operario deposita el casco sobre una cinta transportadora hasta un robot con un lector TAG que identifica las referencias y se mueve por el almacén exterior depositando estos cascos en la ubicación adecuada.



Ilustración 18: robot clasificado

Sin embargo, no todos los cascos pasan por la campa exterior, ya que muchos de ellos son muy susceptibles de pasar directamente a desmontaje. Estas referencias de cascos cuando llegan al operario las aparta a un cestón que tiene junto a él y de esta manera se elimina un proceso que pudiera ser innecesario y no añadiría valor al producto. Actualmente, estos cascos suelen provenir de la marca Renault, ya que existe un acuerdo con esta empresa del automóvil manda cierto número de cascos al mes y Gkn devuelve el mismo número de transmisiones refabricadas para dicha empresa.

Desmontaje

Esta sección de la fábrica es la capital en este proyecto, ya que la mejora de productividad planteada será para este proceso de fabricación. El desmontaje incluye tres procesos:

- Desmontaje por componentes de cascos
- Lavado de componentes
- Granallado y cepillado

Desmontaje por componentes de cascos

Una vez se tiene un pedido para fabricar un lote de transmisiones, se buscan los componentes necesarios para montarla, este hecho es uno de los pilares de la filosofía lean, en la que la producción debe ser arrastrada por la demanda, se debe fabricar lo que se pide y en el momento en el que se pide. Sin embargo, no es sencillo saber que casco desmontar para fabricar una transmisión, ya que pueden existir para cada referencia de transmisión más de una manera de montarlas con diferentes componentes. Esto añade una complejidad extra a la hora de planificar la producción, que por otra parte no es objeto de este proyecto.

Una vez sabido que casco se va a desmontar se lleva a las 4 células de desmontaje disponibles actualmente. Estas células de desmontaje son versátiles, pero hasta cierto punto, por lo que hay una serie de cascos que solo pueden desmontarse en una célula en concreto.

Una de las características principales de esta zona de trabajo es la grasa, ya que los cascos tienen en el interior del fuelle una dosis de ésta y al desmontarla esta grasa ensucia todo el puesto de trabajo. La otra es que hasta el momento no existe maquinaria para desmontar estos cascos de manera automática en su totalidad, por lo que el trabajo es de carácter muy manual. Las herramientas de trabajo principales son el martillo y las tenazas. Estos factores hacen que este puesto de trabajo sea bastante desagradable para el operario.



Ilustración 19

Lavadora

Una vez que el operario ha terminado de desmontar el casco lo deposita en unas cestas por componentes, éstos se desplazan por unos rodillos hacia la lavadora, cuya función es la de eliminar el máximo posible grasa. A la salida de la lavadora se encuentran dos operarios por turno cuya función es la de clasificar por componentes un tipo de cascos y otro montar un tipo de manguetas denominadas como “sin bolas” y introducirlas directamente a la granalladora.

Además, estos operarios una vez quitada la grasa también son los encargados de comprobar si estas piezas son aceptables para volverlas a montar, de lo contrario son catalogadas como chatarra.

Granallado y cepillado

Los componentes lavados suelen estar cubiertos por una capa de óxido, por lo que se dispone de dos granalladoras que lanzan abrasivo a las piezas y eliminan dicha capa de óxido, quedando con un acabado superficial aceptable.

Las barras de la transmisión no son introducidas a las granalladora, son cepilladas y quitadas de esta manera el óxido.

Segunda clasificación

Si bien en la primera clasificación se referenciaban los cascos, esta se realiza para dar referencia a los distintos componentes de la transmisión desmontada, y para decidir que componentes deben ser reparados.

Para ello, se disponen para tal fin una de serie de células divididas por componentes:

- Célula de clasificación de cuerpo del trípode. Se mide el diámetro y ancho del cuerpo del trípode y a partir de ello lo referencian.

- Clasificación de rodetes. En esta célula se referencian los rodetes del trípode mediante un calibre pasa no pasa.
- Célula de clasificación de nueces y jaulas. Para las manguetas que han sido desmontadas y no clasificadas como “sin bolas”.
- Clasificación de las bolas. Las bolas son referenciadas por su diámetro. Para ello, tienen una pista por la que ruedan las bolas, esta pista tiene un canal central calibrado con contendores en la parte inferior. Las bolas al rodar por la pista caen cuando el canal es lo suficientemente ancho en el contenedor adecuado.

Acondicionado

Existe una serie de componentes de la transmisión que aunque no estén rotas, necesitan ser reparadas principalmente por que han sufrido desgaste por el uso. Por ejemplo, en las transmisiones de bolas, la pista de la mangueta y de la nuez, que es la parte en la que va alojada las bolas, se desgastan con el uso dejando en ellas una huella.

Este desgaste se repara mecanizando la superficie de la pista hasta borrar la huella. Sin embargo, al realizar esta operación, el hueco para la bola se hace mayor, por lo que a la hora de montar la mangueta se deberá colocar una bola de mayor diámetro.

Almacenaje

Una vez reparados los componentes, éstos deben de ser almacenados hasta que se de la orden de montaje. Lo idóneo sería que una vez terminados de reparar, estos pasasen directamente al montaje, como defendería la gestión lean, ya que esta proceso no añade valor al producto final. Sin embargo, existen muchas dificultades para ello y no se abordan ya que no son objeto de este proyecto.

Montaje

Cuando se ha decidido a partir de que explosión se va a realizar el montaje, los carretilleros llevan los componentes necesarios a las células de montaje. A día de hoy existen cuatro células de montaje, en las que se montan las transmisiones en función de la tecnología de la junta y la clase de tulipa.

Una vez terminada de montar la transmisión, las células de montaje tienen acceso en ellas a un punto donde cuelgan la transmisión montada en una cadena que las lleva directamente a la zona de pintura.

Pintura

El proceso de pintura está completamente automatizado, la cadena de pintura transporta las transmisiones donde primero reciben un lavado y luego se les imprime una pintura al agua.

Embalado

Al final de la cadena de la pintura, existe una zona destinada al embalado y flejado. Este proceso es diferente en función de a que cliente este destinado. Actualmente, se tiene un proyecto en curso de mejora en este proceso, en el que éste pudiera ser automatizado casi en su totalidad.

A modo de resumen se adjunta un esquema con el proceso productivo que sigue la refabricación de las transmisiones.

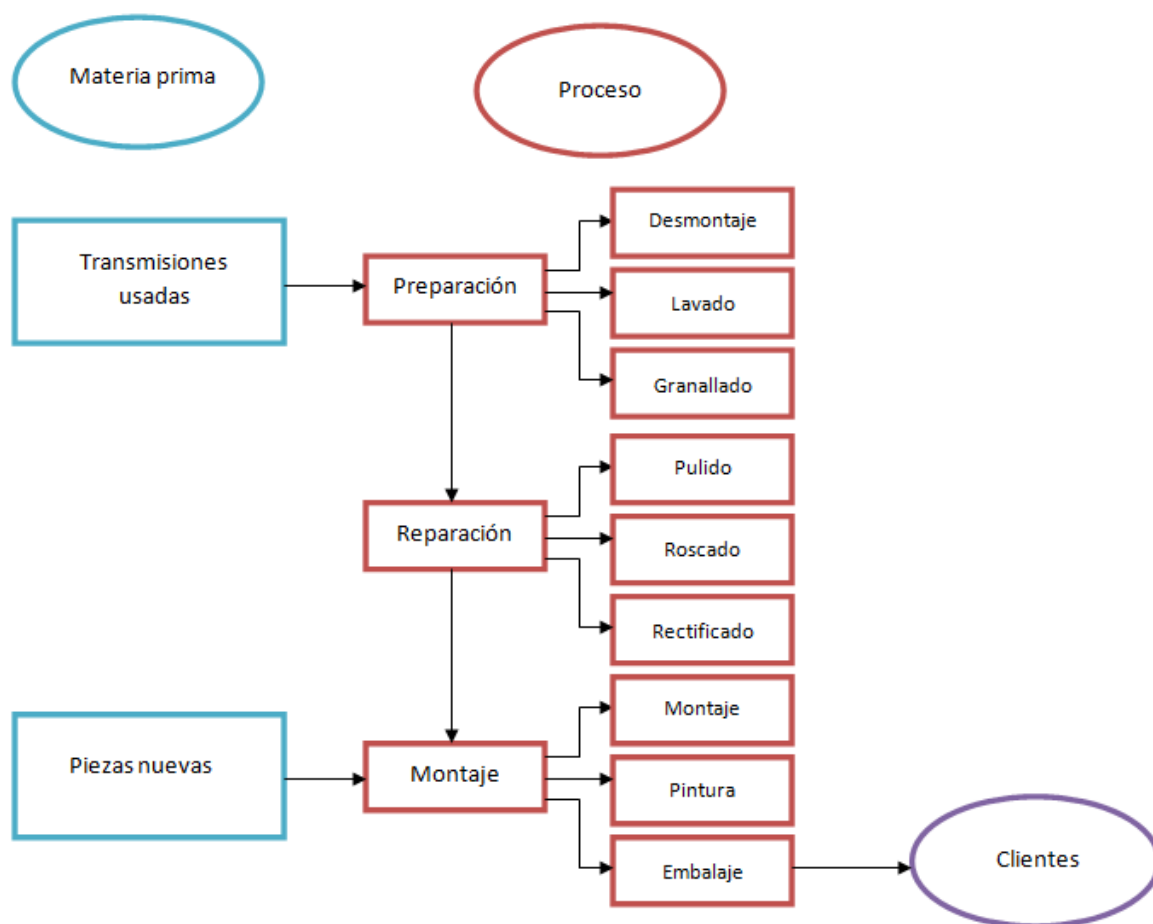


Ilustración 20

Otros procesos productivos

Célula de barras

En cierto momento se decidió montar una célula para construir las barras de la transmisión. Este suceso ocurrió debido a que antes éstas se compraban a la fábrica del grupo Gkn localizada en Zumaia, pero debido a una subida de precio se vio que era más barato fabricarlas en la propia fábrica. Para ello, se compran barras de una longitud de 6 metros que están situadas próximas a esta célula, se cortan en las longitudes deseadas y ahí se les da el proceso de fabricación para realizar una barra de transmisión. Estos

procesos son: mecanizado en torno, laminado para realizar el estriado y finalmente se le da un tratamiento térmico en un inductor para darle un acabado superficial adecuado.

Célula de Prop-Shaft

Para el montaje de este tipo de transmisión se ha destinado una célula independiente. En ella, se monta este tipo de transmisión por la serie de procesos que necesita. A diferencia de las otras transmisiones, estas necesitan ser equilibradas para que a la hora de girar no estén descentradas. Una vez montada se pinta y embala en la misma célula.

Ensayos

Se deben realizar ciertos ensayos a las transmisiones montadas. Estos van en función de la tecnología empleada y se hacen con una frecuencia determinada.

- Torsión estática: este ensayo se realiza en transmisiones de tecnología trípode. Se mide el valor máximo de par que pueda aguantar una transmisión aplicándole un par a cada lado de la junta de sentido contrario

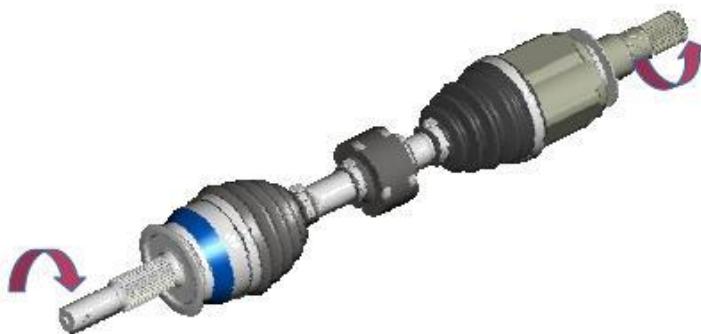


Ilustración 21

- Ensayo de vida útil: existe un ensayo estándar tabulado con una serie de valores de par y velocidad a la que se debe someter a la transmisión durante un tiempo

determinado. Estas condiciones van variando y posteriormente se mide el desgaste sufrido en los componentes de la transmisión y así estimar su vida útil.

Table 2. Block Programme									
Step	Endurance Torque [%]	Speed [rpm]	Revolutions at angle [Degrees]						Time [min]
			3	4	6	8	9	10	
1	120	450				1998	401		5.3
2	30	900			396				0.4
3	70	1800	792						0.4
4	30	900			396				0.4
5	120	700			7203				10.3
6	30	900			396				0.4
7	70	750			6000		803	4200	14.7
8	30	900			396				0.4
9	120	1000	400	2000					2.4
10	30	900			396				0.4
11	70	900				13203			14.7
12	30	900			396				0.4
13	220	300				201			0.7
14	30	900			396				0.4
Total per cycle = 39973 revolutions									51.3

Tabla 3

- Ensayos de estanqueidad del fuelle: Las juntas homocinéticas están cubiertas herméticamente por un fuelle de goma o termoplástico. Este fuelle viene sellado por unos collarines o anillos y estos deben sellar el fuelle de tal manera que no existan fugas de la grasa que va depositada en su interior.

Compra de nuevos materiales

Existen una serie de componentes que no pueden ser recuperados a la hora de desmontarlos, principalmente por que no es posible desmontar la transmisión sin romperlos. Estos componentes son principalmente los fuelles, los collarines, barras y algún tipo de carcasa para la tulipa. Otros componentes, como la grasa que va en el interior de las transmisiones, no puede ser reutilizada por lo que debe comprarse este material para el montaje de las transmisiones.

Lay-out actual

Con todo lo descrito anteriormente, la disposición en planta para cada uno de los procesos está distribuido de la siguiente manera:

- 1. Campa exterior
- 2. Robot clasificado de cascos
- 3. Clasificado de cascos
- 4. Desmontaje
- 5. Lavadora/granalladora
- 6. Acondicionado/clasificado
- 7. Montaje/Pintura
- 8. Mantenimiento
- 9. Célula Prop-shaft
- 10. Célula de barras
- 11. Oficinas
- 12. Aparcamiento
- 13. Entrada material
- 14. Residuos



ESTUDIOS Y MEJORAS REALIZADOS

Introducción

El objeto del presente proyecto es el de llevar a cabo acciones que conduzcan a la mejora de la productividad, seguridad y salud en las células de desmontaje. Una vez este proyecto se centró en dicha zona de la fábrica, los primeros pasos fueron observar como era el trabajo de desmontaje de transmisiones de motor para familiarizarse con el producto y posteriormente recoger datos y poder sacar conclusiones.

Las características de este puesto de trabajo se han descrito anteriormente:

- Por el momento es un trabajo principalmente físico que conlleva el desagrado de los operarios por trabajar en esta zona de trabajo. Las herramientas empleadas son: martillo, pinzas, tenazas, una prensa y útiles de sujeción.
- Es un puesto de trabajo en el que el entorno está repleto de grasa y suciedad, ya que las transmisiones contienen en el interior de las junta grasa que al realizar la operación de cortar collarín y fuelle (como se verá más adelante), esta grasa se desprende por todo el puesto de trabajo.
- Este puesto de trabajo está calificado como de sobreesfuerzo por lo que al calcular las primas de productividad a los tiempos medidos se le aplica un 2% más de coeficiente de descanso, un 15% en total, respecto del resto de la fábrica que le corresponde un 13% respecto de las mediciones.
- El espacio es reducido, actualmente existen cuatro células de trabajo, cada una de ellas destinada a un solo trabajador. Estas células son bastante versátiles aunque algún tipo de transmisión solo puede desmontarse en una célula en concreto. Las dimensiones de cada célula son de 3x2.2 metros aproximadamente.

Gkn Ayra Servicio maneja casi mil referencias de cascos usados y durante los primeros días de observación se creyó imposible llevar a cabo una sistematización y estandarización tal y como la gestión Lean propone, ya que cada transmisión que se observaba desmontar parecía completamente diferente de la anterior. Sin embargo, con el transcurso del tiempo se comenzó a ver factores comunes a todas las transmisiones que permitieron estandarizar y simplificar más el trabajo.

Una vez el proyecto se ha centrado en el área de desmontaje, el primer paso fue la recopilación de datos. Para ello, se observó a los operarios trabajar durante aproximadamente 45 días. A partir de estas observaciones se pudo trazar diagramas de procesos y operaciones, y llegar con ello a una propuesta de mejora en la productividad y salud de los operarios.

Gkn Ayra Servicio maneja casi mil referencias de cascos usados, y como es de esperar, éstos están agrupados en familias por procesos y tiempos de producción similares. Por lo que a la hora de recoger datos se tuvo en cuenta la familia de desmontaje que se estaba operando.

Datos relativos a cascos

Familias en desmontaje

El primer paso para la recopilación de datos fue agrupar las referencias de los cascos por procesos de desmontaje similares, así como por tiempos de producción iguales. Estos datos fueron tomados de las bases de datos de la empresa, en donde tienen registrados los cascos por “familias” de desmontaje. Estas familias están agrupadas por procesos de desmontaje similares y porque tienen estipulada la misma prima (producción/hora) con los operarios de la fábrica.

Así pues, las casi mil referencias están agrupadas en un total de 46 familias. Se toma una de ellas como referencia a la que se le llama “padre” y al resto de ellas se les denomina como “hijo”. Se tomó de la base de datos la lista con los padres y sus primas por producción y a partir de estos padres se accedió al software de la empresa para obtener más datos de estas familias: nº de hijos, prima, tecnología empleada etc. Se adjuntan los datos de los padres y sus respectivos hijos.

Ref.Padre	NºHijos	Ref.Padre	NºHijos	Ref.Padre	NºHijos	Ref.Padre	NºHijos
1.020161	39	1.021615	6	1.022170	2	1.352130	51
1.020163	21	1.021647	11	1.022467	67	1.352187	12
1.020430	13	1.021656	4	1.022477	20	1.352215	8
1.020606	17	1.021717	26	1.022684	17	1.352549	12
1.020628	20	1.021768	7	1.022689	53	1.352620	16
1.020815	10	1.022000	38	1.022715	5	1.352792	13
1.020943	8	1.022006	3	1.023583	27	126088616	20
1.020951	8	1.022024B2	1	1.024262	1	1.687739	12
1.020961	43	1.022031	10	1.028054	1	1.804840	1
1.021406	49	1.022033	26	1.059534	3		
1.021511	22	1.022069	2	1.22E580	2		
1.021613	3	1.022074	217	1.351478	25		

Tabla 3

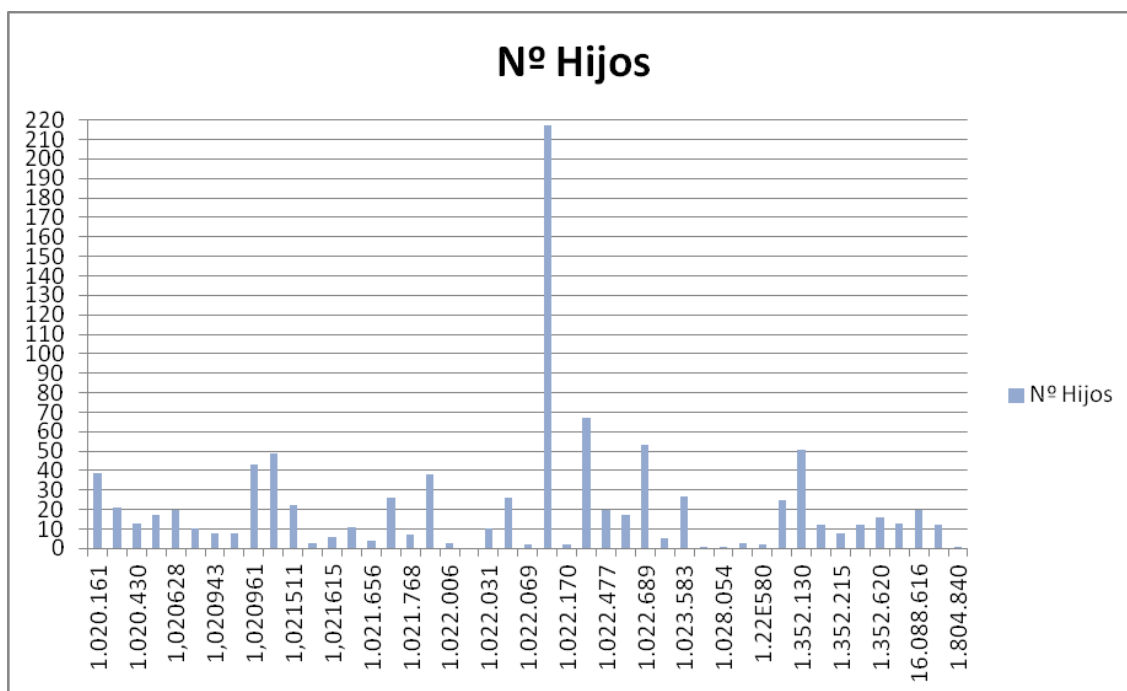


Ilustración 23

Agrupación por tecnologías

Los siguientes datos fueron obtenidos a partir de las familias de desmontaje (relación padre-hijo), con ellos se accedió al software de la empresa para obtener datos relevantes como los que se muestran a continuación. Como se verá más adelante las 46 familias de desmontaje pudieron agruparse por las 3 tecnologías existentes en transmisiones de motor (trípode-trípode, trípode-bolas, bolas-bolas):

- Prima media por tecnología
- Nº de familias por tecnología
- Nº de cascos por tecnología empleada en transmisión

Prima media por tecnología

Ref padre	nº hijos	p/H(trí-trí)	p/H(bol-trí)	p/H(bol-bol)
1.020161	39		17	
1020163	21			13
1.020430	13			7,5
1.020606	17	31		
1.020628	20		23	
1.020815	10			14
1.020943	8		18	
1.020951	8		15	
1.020961	43			13,5
1.021406	49			13
1.021511	22		13	
1.021613	3	15		
1.021615	6	37		
1.021647	11		20	
1.021656	4	27		
1.021717	26		19	
1.021768	7			10
1.022000	38			12,5
1.022006	3	38		
1.022024B2	0			11

1.022031	10	44		
1.022033	26	35,5		
1.022069	2	28		
1.022074	217		14	
1.022170	2			13
1.022467	67			17
1.022477	20			17
1.022684	17			15
1.022689	53		13	
1.022715	5	25		
1.023583	27		16	
1.024262	1			18
1.028054	1	Prop-shaft		
1.059534	3		13	
1.22E580	2		10,5	
1.351478	25	28		
1.352130	51		16	
1.352187	12			12
1.352215	8			14
1.352549	12	36		
1.352620	16		16	
1.352792	13		14	
16.088.616	20		14	

1.687739	12		23	
1.804840	1	50		
Prima media		32,9	16,15	13,37

Tabla 4

	Trípode-Trípode	Bolas-Trípode	Bolas-Bolas
Nº de cascos	114	548	308
% de cascos	12	56	32
Nº de familias	12	17	15
Ratio casco/familia	9.5	32.2	20.5
Prima media	32,9	16,15	13,37

Tabla 5

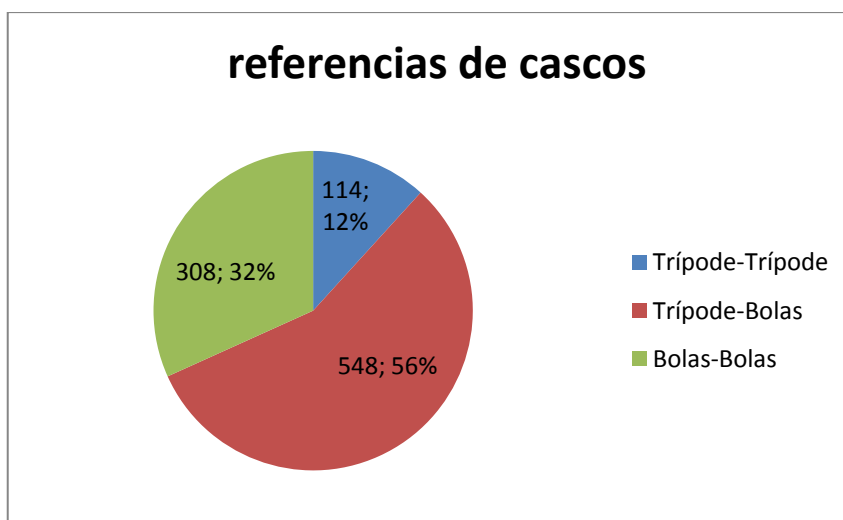
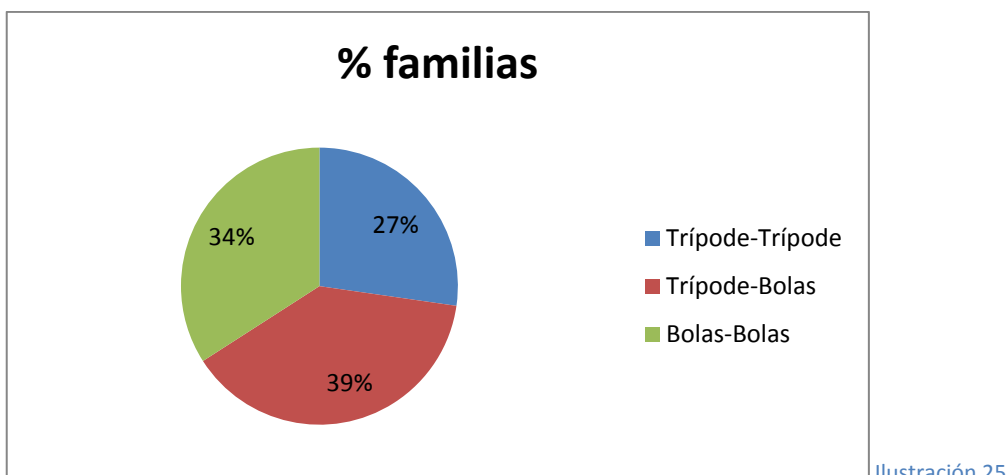


Ilustración 24



Conclusiones

- Se puede apreciar como la tecnología de trípode-trípode posee el menor número de referencias de cascos, tan solo un 12% del total. Sin embargo, esta familia posee una notoria gama de familias de desmontaje con diferentes primas y modos de desmontaje (1 familia/9,5 cascos). Esto hace entender que existe una gran dispersión en esta familia de desmontaje, de hecho, una de las cuatro células de desmontaje está especialmente diseñada para absorber los cascos con tecnología de trípode.
- Respecto a la familia de bolas trípode representan más de la mitad de referencias de cascos que se desmontan. Esto concuerda con lo observado durante la estancia en la empresa, ya que la mayor parte de cascos observados eran de esta tecnología. Por otro lado, se puede observar como es la familia con modos de desmontaje mas similares, ya que aunque posee el mayor número de familias, si se pondera con respecto a las referencias de cascos es la tecnología menos dispersa de las tres existentes (1 familia/32,23 cascos).
- Si se observa la media de las primas en desmontaje medias, se puede observar una gran diferencia de la tecnología trípode respecto de las otras. En las otras dos grandes familias las primas son parecidas aunque se observa que en la

familia de bolas la productividad es menor. Este dato fue relevante en este estudio, porque tras realizar el cronometraje por familias de desmontaje se observó como las transmisiones que contienen tecnología de bolas (mangueta/nuez/jaula/bolas), implicaban grandes tiempos en desmontar estas juntas, ya que por el momento es muy costoso desmontarlas.

- Este análisis sirve para obtener un mapa global de toda la variedad de flujo de materiales que entran en la zona de desmontaje. A partir de éste, se sitúan conceptos importantes a la hora de la mejora de la productividad como: volumen de referencias, procesos de desmontaje, productividades/hora, tecnologías existentes y matices entre familias.

Diagramas de flujo

El siguiente paso para buscar posibles mejoras en el proceso de desmontar transmisiones o determinar “desperdicios” a eliminar como predica la gestión lean, fue trazar diagramas de flujo (una de las 7 herramientas básicas de la calidad) en los que se definiese perfectamente cada operación realizada por el operario. De esta manera, se pudo conocer mejor como era el trabajo en estas células, realizar estándares y medir tiempos para conocer en que operaciones se emplea más tiempo.

Aunque el desmontaje de casi mil referencias de casco conlleva una infinidad de peculiaridades, pudieron formarse 3 grandes grupos en los que el proceso es casi idéntico y por ello, una mejora en cualquiera de estos aspectos afectaría a todo su grupo de transmisiones. En un primer momento, durante el primer mes en que el autor del proyecto observaba a los operarios como desmontaban transmisiones, se creía imposible el crear estándares y simplificar el modo de desmontar transmisiones, sin embargo, transcurrido ese tiempo el estudiante comenzó a darse cuenta de que sí existían muchos factores comunes en muchos de ellos y por eso fue posible realizar estos tres grupos de desmontaje.

Estas familias con procesos de desmontaje coinciden con los tipos de tecnología existentes en las transmisiones. En uno de estos grandes grupos encontramos los cascos de con tecnología de trípode tanto en el lado caja como en el lado rueda, otro es el que lleva tecnología de trípode en el lado caja y de bolas en el lado rueda, y el último de ellos es el que lleva tecnología de bolas tanto en el lado rueda como en el lado caja. Así pues, tras observar el trabajo que realizaron los operarios durante más de un mes se trazaron los siguientes diagramas de flujo que esquematizan como es el flujo de trabajo de los mismo.

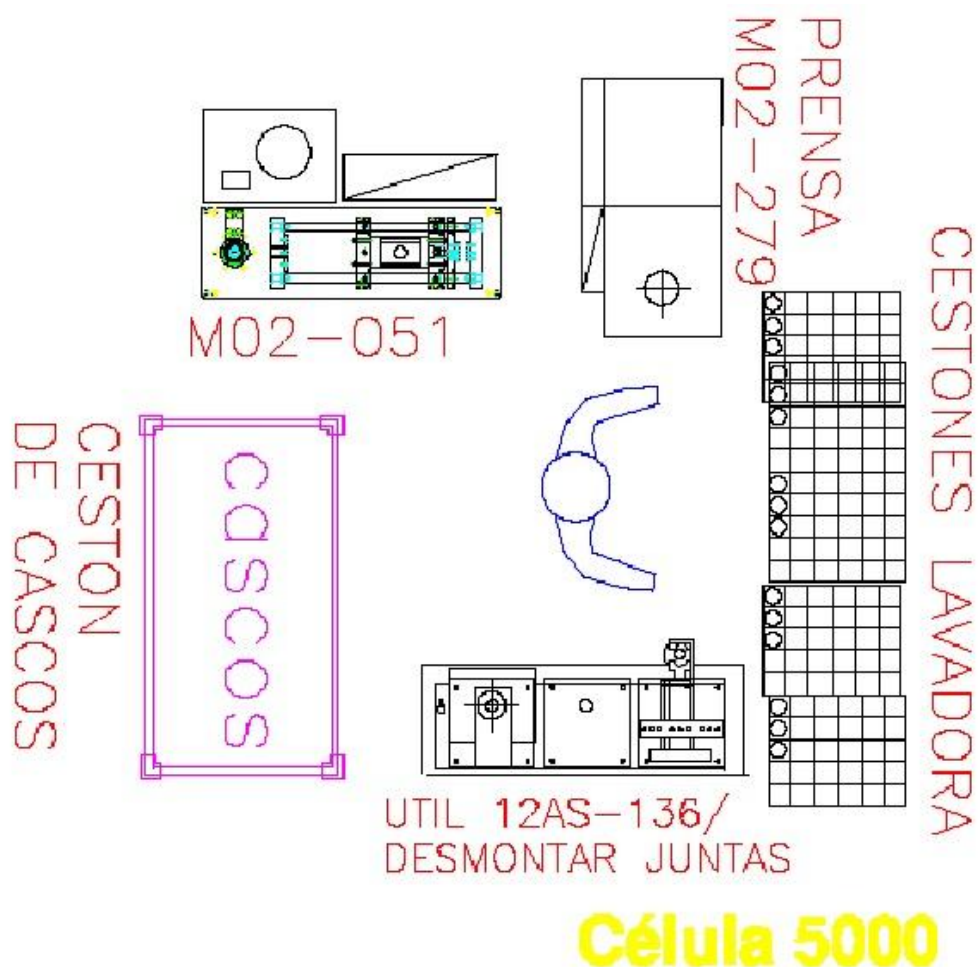
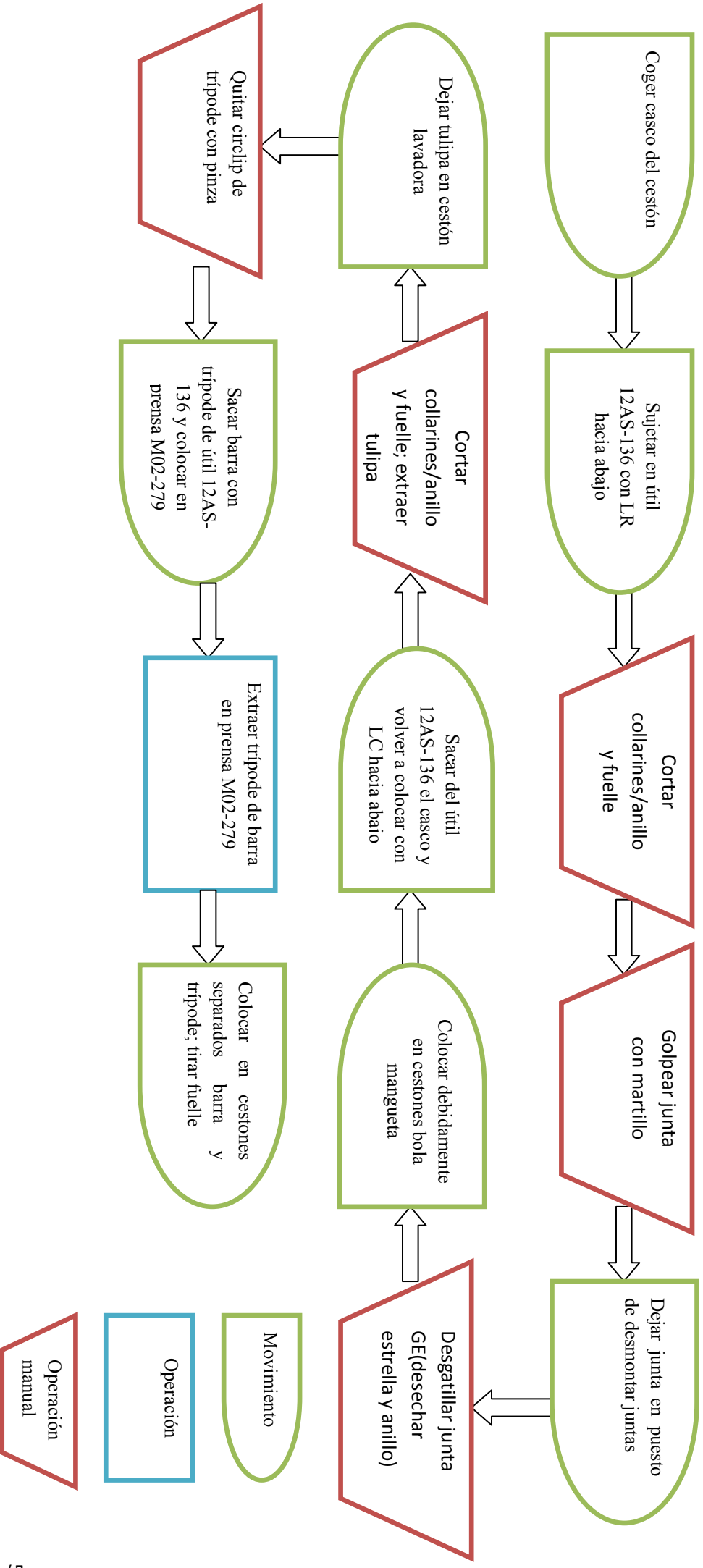
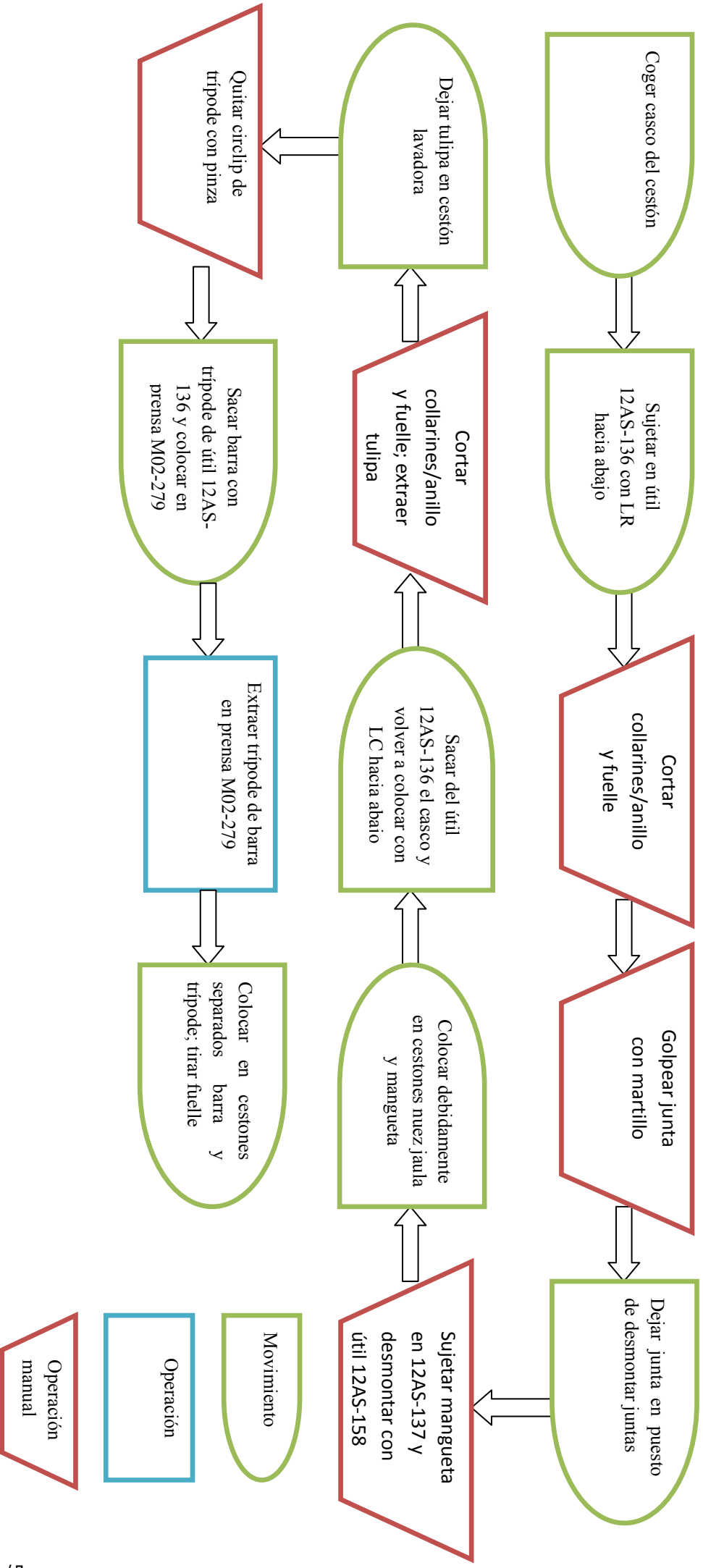


Ilustración 26: ejemplo de célula de desmontaje

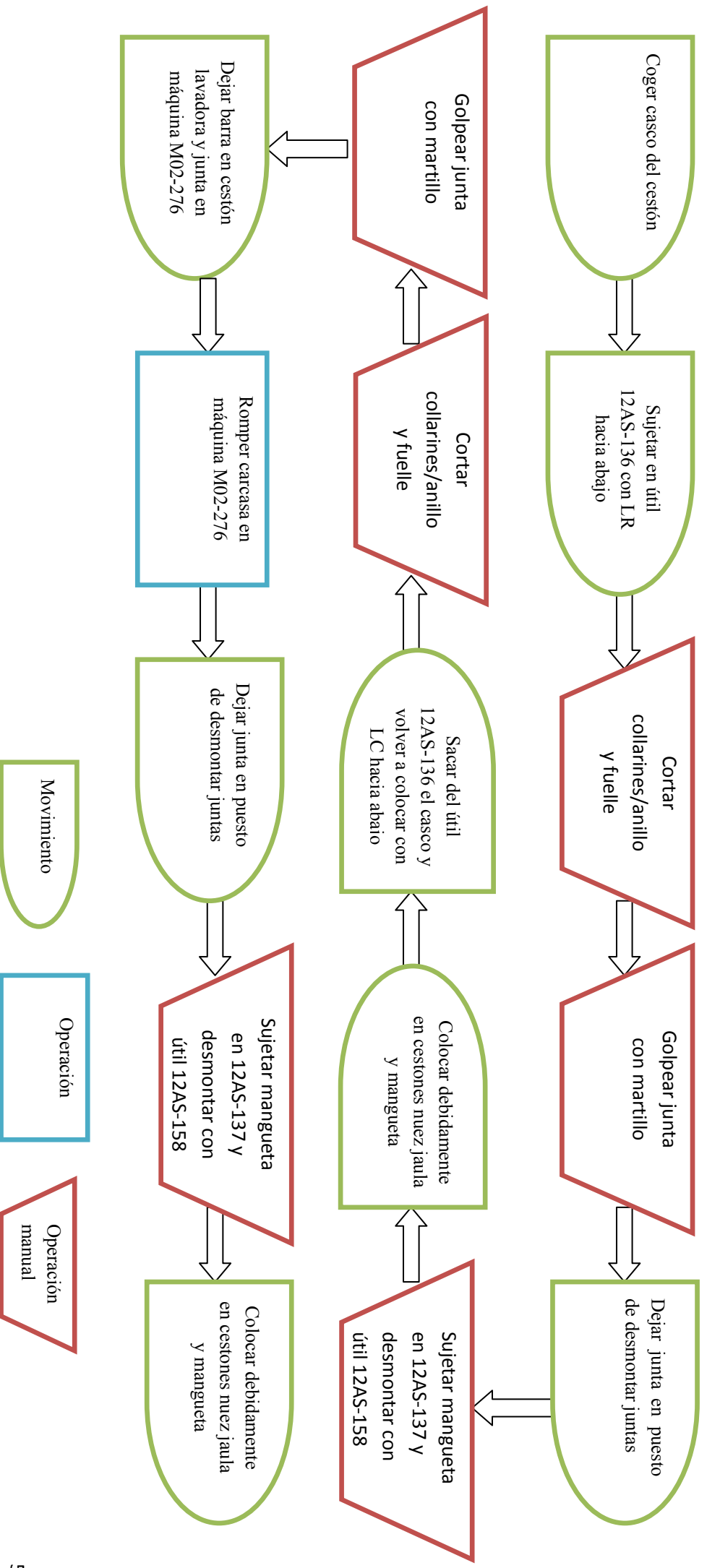
DESMONTAJE TRIPODE TRIPODE



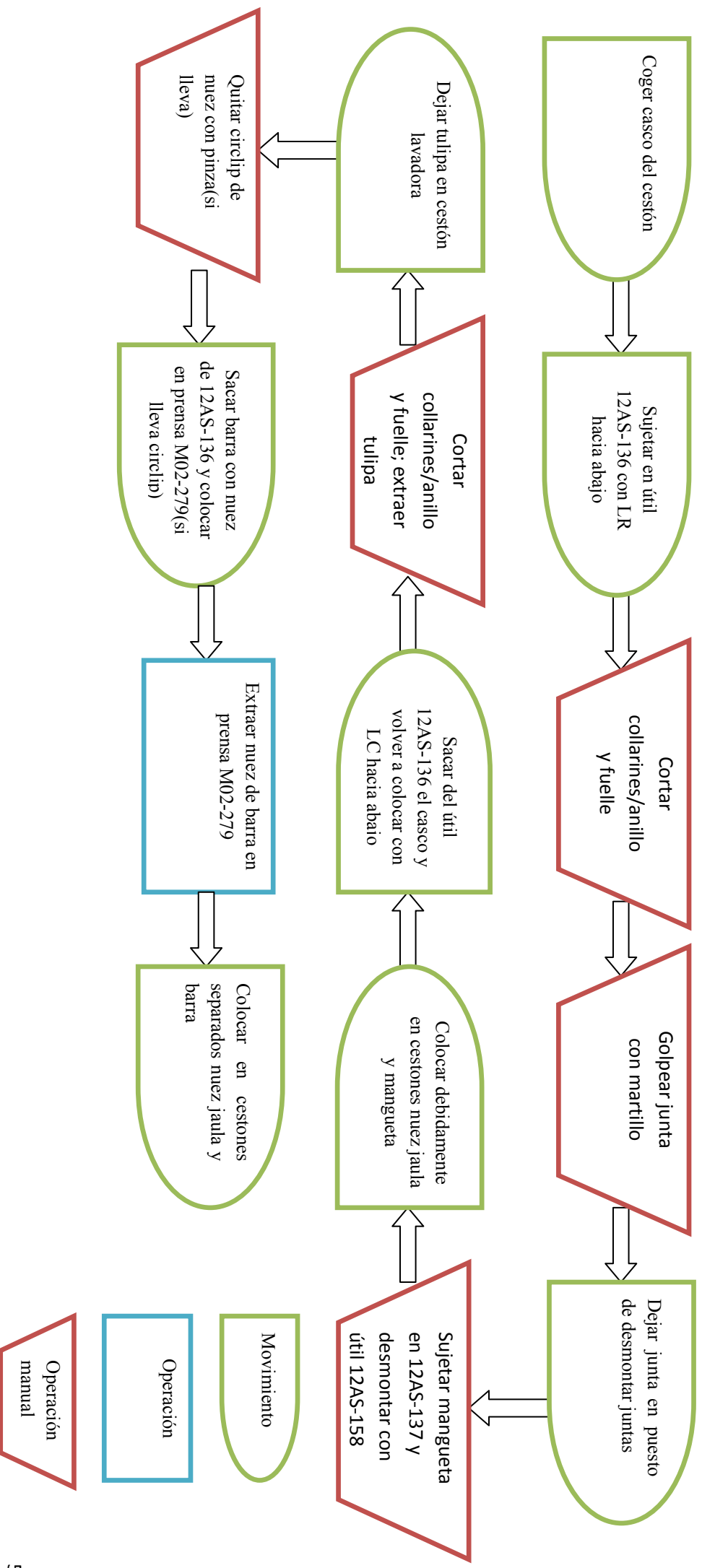
DESMONTAJE BOLAS TRIPODE



DESMONTAJE BOLAS BOLAS VL



DESMONTAJE BOLAS BOLAS DO



Primeras conclusiones

- Como puede apreciarse las operaciones para cualquiera de las 3 grandes familias es principalmente manual. Este hecho conlleva que este puesto de trabajo sea el más castigado de toda la fábrica, ya que las citadas operaciones manuales implican un enorme esfuerzo físico: martillo para separar la junta, romper los collarines con tenazas y desmontar la junta con un útil que implica malos gestos en la muñeca.
- Si analizamos más detalladamente y cuantificamos que porcentaje de las operaciones son de tipo manual, lo que se ha descrito anteriormente queda si cabe más patente.
 - En la familia trípode-trípode el 83,3% de las operaciones son manuales.
 - En la familia bolas-trípode el 83,3% de las operaciones son manuales.
 - En la familia bolas-bolas(VL) el 85,7% de las operaciones son manuales.
 - En la familia bolas-bolas(DO) el 83,3% de las operaciones son manuales.
- Es por esta razón por la que a los empleados de estas células tienen asignado un coeficiente de descanso mayor con respecto a la de otras células de la fábrica (un 2% más). Es pues, a raíz de este análisis, que un punto central de este proyecto será el dotar a estas células máquinas o mecanismos que sustituyan los métodos manuales de desmontaje. Con esto se conseguirá un doble beneficio para la fábrica: podría disminuirse el coeficiente de descanso y con ello aumentar la productividad por hora y por otro lado, mejoraría la seguridad, salud y bienestar de los operarios de esta zona de la fábrica.

Medición de tiempos

Una vez realizados los diagramas de flujo se optó por medir tiempos de cada micro operación que realizaban los operarios en el desmontaje de una transmisión, no para evaluar a los trabajadores si no para ver posibles oportunidades de mejora en las actividades que más tiempo emplean, cuellos de botella, saturación de máquinas (de cara a quitar o poner más de ellas). Además este es un punto esencial en la filosofía lean, marcar estándares (estandarización) que sirvan de punto de apoyo y mejora en los métodos productivos. Las mediciones fueron realizadas los miembros del departamento que más tiempo llevaban en la empresa, ya que esta actividad genera mucha suspicacia entre los empleados.

El estándar es la cuña que asegura que una vez mejorado el proceso no haya vuelta atrás

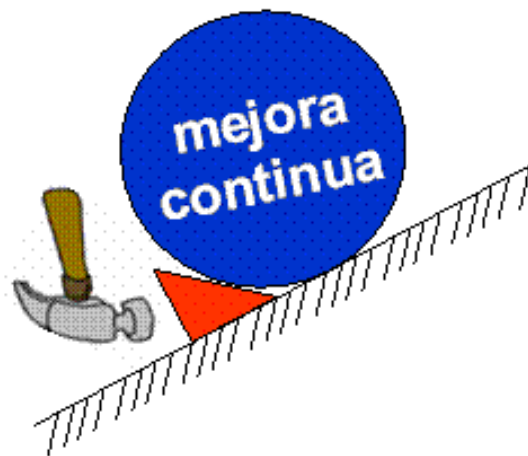


Ilustración 27

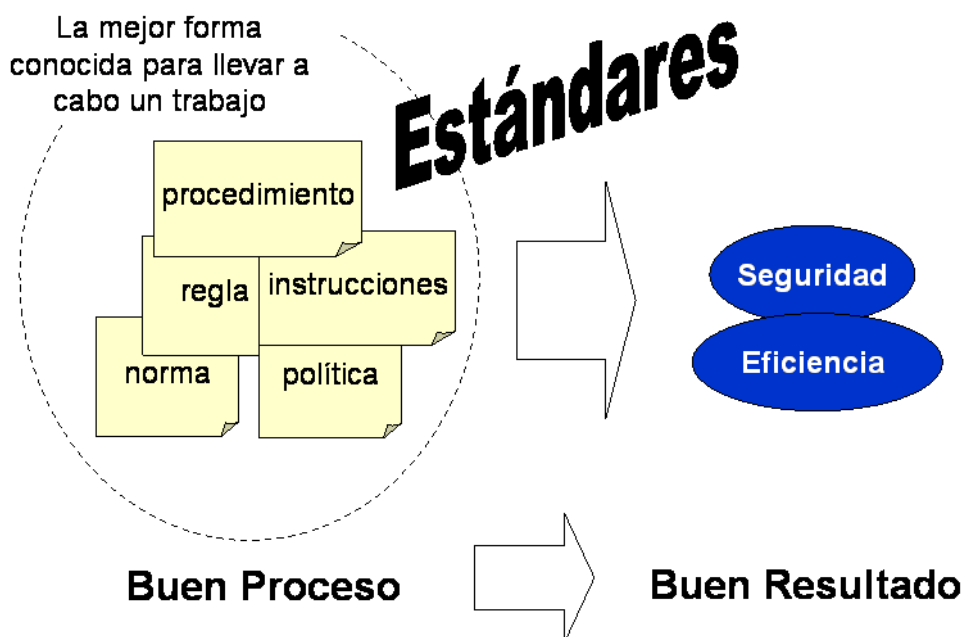


Ilustración 28

Como se ha mostrado anteriormente, las más de mil referencias de cascos se agrupan por familias con procesos de desmontaje similares. En este estudio se dio un paso más en simplificación agrupando todos los posibles desmontajes de cascos en 3 grandes grupos. Las mediciones de tiempos se establecieron con un patrón de cada una de estas familias, midiéndose cada una de éstas un elevado número de veces para que los resultados obtenidos fueran fiables. A continuación se van a adjuntar las tablas con los resultados de estas mediciones.

Desmontaje de trípode trípode

Operación	Medición	Tiempo normal(con coef.descanso 1.15)	Piezas/hora
Coger casco del cestón	5''	5.75''	626.08
Sujetar en útil 12AS-136 con LR hacia abajo	4''	4.6''	782.6
Cortar collarines/anillo y fuelle	17''	19.55''	184.1
Golpear junta con martillo	24''	27.6''	130.4
Dejar junta en puesto de desmontar juntas	4''	4.6''	782.6
Desgatillar junta GE(desechar estrella y anillo)	11''	12.65''	284.6
Colocar debidamente en cestones bola mangueta	9''	10.4''	347.8
Sujetar en útil 12AS-136 con LC hacia abajo	4''	4.6''	782.6
Cortar collarines/anillo y fuelle extraer tulipa	17''	19.55''	184.1
Dejar tulipa en cestón lavadora	4''	4.6''	782.6
Quitar circlip de trípode con pinza	13''	14.95''	240.8
Sacar barra con trípode de útil 12AS-136 y colocar en la prensa M02-279	11''	12.65''	284.6
Extraer trípode de barra en prensa M02-279	10''	11.5''	313
Colocar en cestones separados barra y trípode(lavadora);tirar fuelle	13''	14.95''	240.8

Tabla 6

Resumen

- Productividad global estimada: 21,4 piezas desmontadas/hora(167,95'' pieza)
- Tiempo empleado en movimientos en célula: 62,15'' (37% del tiempo total)
- Se observa que las operaciones que más tiempo ocupan son:
 - “Golpear junta con martillo”, la cual implica 27,6'' (16,4% del tiempo total).
 - “Cortar collarines/anillo y fuelle extraer tulipa”, operación que se repita dos veces, suponiendo un total de 39,1''(23,3% del tiempo total).

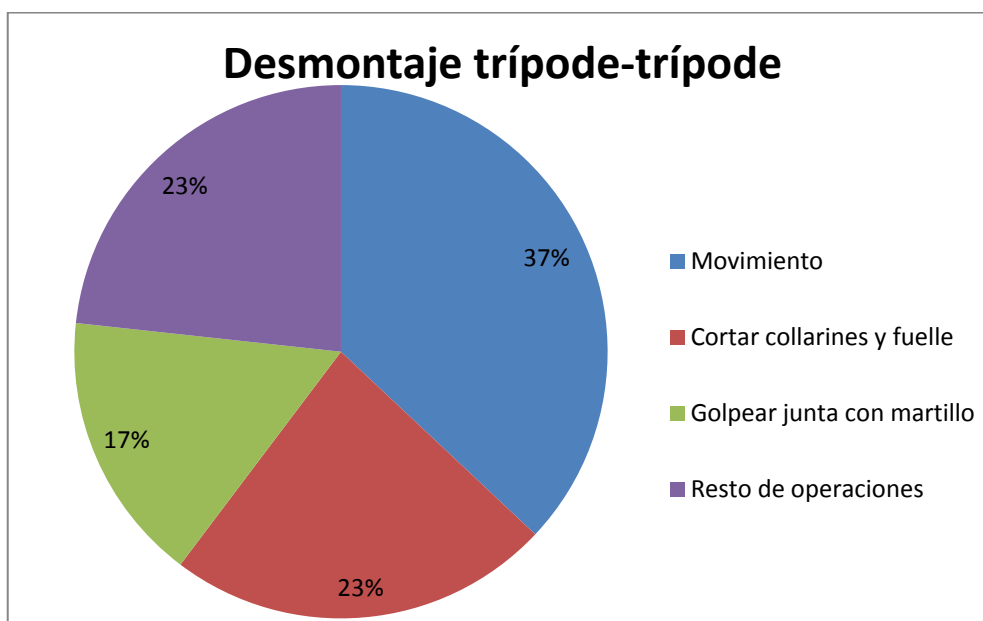


Ilustración 29

Desmontaje de bolas trípode

Operación	Medición	Tiempo normal(con coef.descanso 1.15)	Piezas/hora
Coger casco del cestón	5''	5.75''	626.08
Sujetar en útil 12AS-136 con LR hacia abajo	4''	4.6''	782.6
Cortar collarines/anillo y fuelle	17''	19.55''	184.1
Golpear junta con martillo	24''	27.6''	130.4
Dejar junta en puesto de desmontar juntas	4''	4.6''	782.6
Sujetar mangueta en útil 12AS-137 y desmontar junta con útil 12AS-158	36''	41.4''	86.9
Colocar debidamente en cestones nuez, jaula y mangueta	16''	18.4''	195.6
Sujetar en útil 12AS-136 con LC hacia abajo	4''	4.6''	782.6
Cortar collarines/anillo y fuelle extraer tulipa	17''	19.55''	184.1
Dejar tulipa en cestón lavadora	4''	4.6''	782.6
Quitar circlip de trípode con pinza	13''	14.95''	240.8
Sacar barra con trípode de útil 12AS-136 y colocar en la prensa M02-279	11''	12.65''	284.6
Extraer trípode de barra en prensa M02-279	10''	11.5''	313
Colocar en cestones separados barra y trípode(lavadora);tirar fuelle	13''	14.95''	240.8

Tabla 7

Resumen

- Productividad global estimada: 17.6 piezas desmontadas/hora (204.7'' pieza)
- Tiempo empleado en movimientos en célula: 70,15'' (34% del tiempo total)
- Se observa que las operaciones que más tiempo ocupan son:
 - “Sujetar mangueta en útil 12AS-137 y desmontar junta con útil 12AS-158.”, la cual implica 41,4''(20% del tiempo total). Esta operación es en la que más tiempo se emplea en desmontaje, siendo además una operación manual.
 - “Golpear junta con martillo”, la cual implica 27.6'' (13,5% del tiempo total).
 - “Cortar collarines/anillo y fuelle extraer tulipa”, operación que se repita dos veces, suponiendo un total de 39,1''(23,3% del tiempo total).

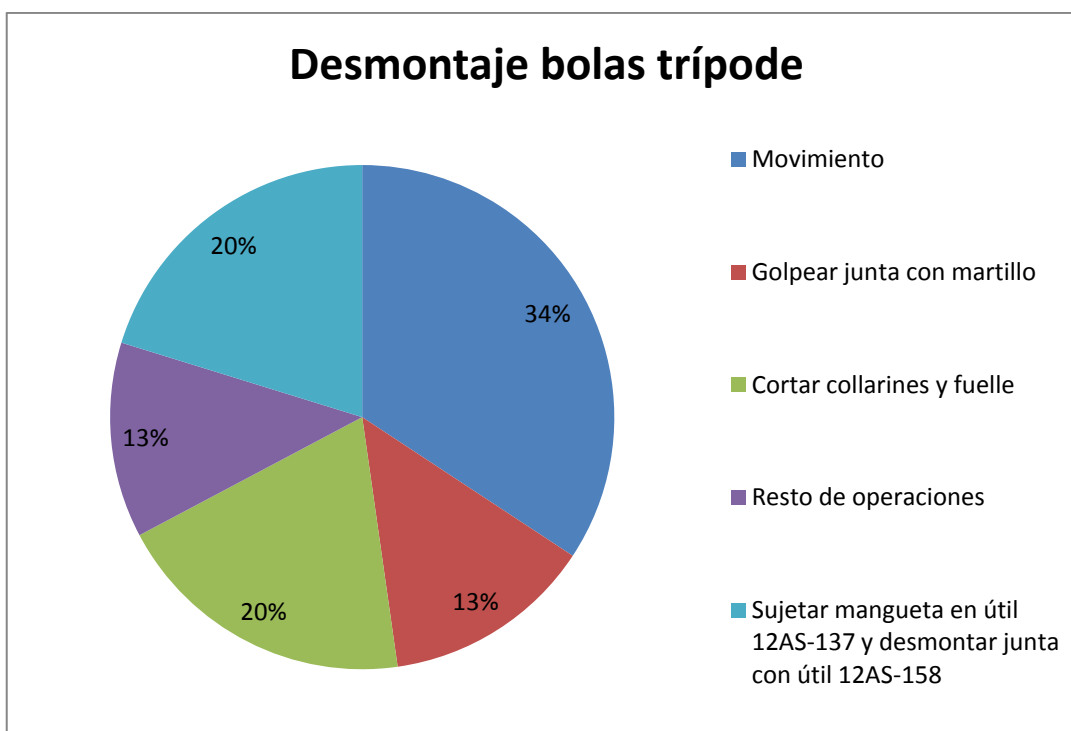


Ilustración 30

Desmontaje de bolas (VL)

Operación	Medición	Tiempo normal(con coef.descanso 1.15)	Piezas/hora
Coger casco del cestón	5''	5.75''	626.08
Sujetar en útil 12AS-136 con LR hacia abajo	4''	4.6''	782.6
Cortar collarines/anillo y fuelle	17''	19.55''	184.1
Golpear junta con martillo	24''	27.6''	130.4
Dejar junta en puesto de desmontar juntas	4''	4.6''	782.6
Sujetar mangueta en útil 12AS-137 y desmontar junta con útil 12AS-158	36''	41.4''	86.9
Colocar debidamente en cestones nuez, jaula y mangueta	16''	18.4''	195.6
Sujetar en útil 12AS-136 con LC hacia abajo	4''	4.6''	782.6
Cortar collarines/anillo y fuelle	17''	19.55''	184.1
Golpear junta con martillo	24''	27.6''	130.4
Dejar barra en cestón lavadora y junta en máquina M02-276	11''	12.65''	284.6
Romper carcasa de junta en máquina M02-276	14''	16.1''	223.6
Dejar junta en puesto de desmontar juntas	4''	4.6''	782.6
Sujetar junta en útil 12AS-137 y desmontar junta con útil 12AS-158	36''	41.4''	86.9
Colocar debidamente en cestones nuez jaula y disco/tulipa	16''	18.4''	195.6

Resumen

- Productividad global estimada: 13.49 piezas desmontadas/hora (266.8'' pieza)
- Tiempo empleado en movimientos en célula: 73,6'' (27.6% del tiempo total)
- Se observa que las operaciones que más tiempo ocupan son:
 - “Sujetar mangueta en útil 12AS-137 y desmontar junta con útil 12AS-158”, la cual en este tipo de casco el operario debe hacerla por partida doble, implica entonces 82,8''(31% del tiempo total).
 - “Golpear junta con martillo”, la cual en este tipo de casco el operario debe hacerla por partida doble, implica entonces 55.2''(20,3% del tiempo total).
 - “Cortar collarines/anillo y fuelle extraer tulipa”, operación que se repita dos veces, suponiendo un total de 39,1''(14.7% del tiempo total).

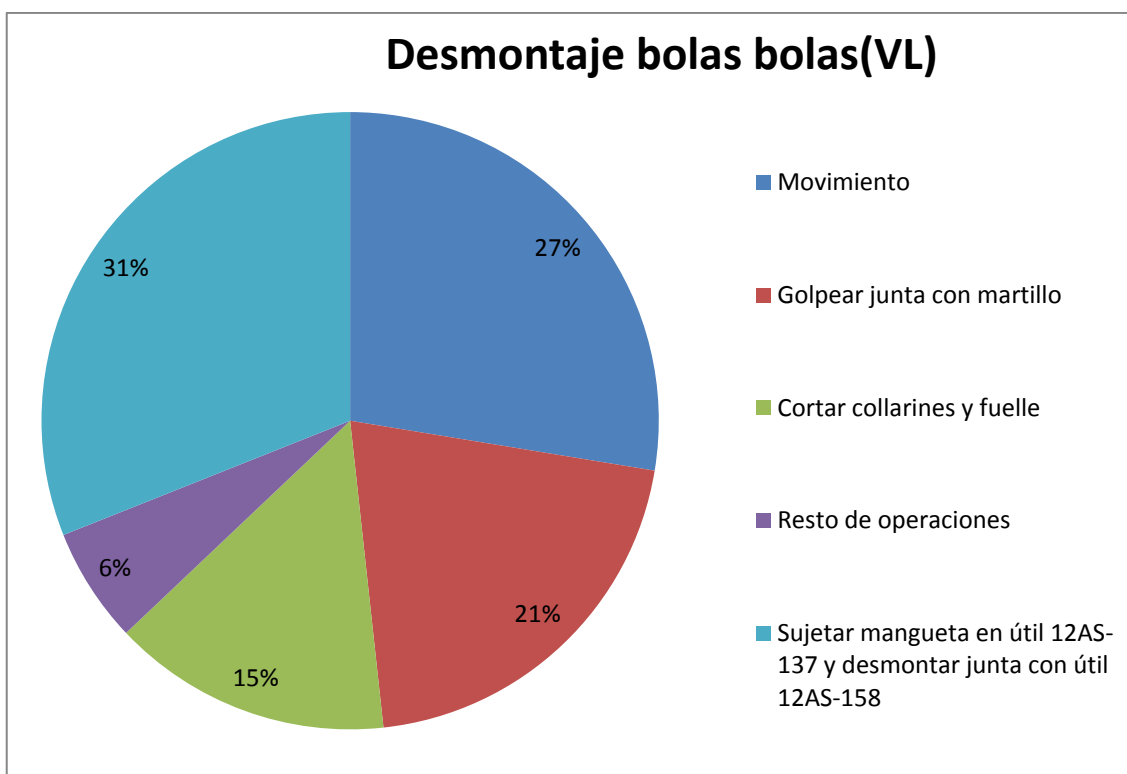


Ilustración 31

Desmontaje de bolas (D0)

Operación	Medición	Tiempo normal(con coef.descanso 1.15)	Piezas/hora
Coger casco del cestón	5''	5.75''	626.08
Sujetar en útil 12AS-136 con LR hacia abajo	4''	4.6''	782.6
Cortar collarines/anillo y fuelle	17''	19.55''	184.1
Golpear junta con martillo	24''	27.6''	130.4
Dejar junta en puesto de desmontar juntas	4''	4.6''	782.6
Sujetar mangueta en útil 12AS-137 y desmontar junta con útil 12AS-158	36''	41.4''	107.9
Colocar debidamente en cestones nuez, jaula y mangueta	16''	18.4''	195.6
Sujetar en útil 12AS-136 con LC hacia abajo	4''	4.6''	782.6
Cortar collarines/anillo y fuelle extraer tulipa	17''	19.55''	184.1
Dejar tulipa en cestón lavadora	4''	4.6''	782.6
Quitar circlip de nuez con pinza(si lleva)	13''	14.95''	240.8
Sacar barra con nuez en útil 12AS-136 y colocar en la prensa M02-279	11''	12.65''	284.6
Extraer nuez de barra en prensa M02-279	10''	11.5''	313
Colocar en cestones separados nuez jaula y barra	16''	18.4''	195.6

Tabla 9

Resumen

- Productividad global estimada: 16.3 piezas desmontadas/hora (220.8'' pieza)
- Tiempo empleado en movimientos en célula: 73,6'' (33.3% del tiempo total)
- Se observa que las operaciones que más tiempo ocupan son:
 - “Sujetar mangueta en útil 12AS-137 y desmontar junta con útil 12AS-158”, la cual implica 41,4''(18.75% del tiempo total).
 - “Golpear junta con martillo”, la cual implica 27.6''(12.5% del tiempo total).
 - “Cortar collarines/anillo y fuelle extraer tulipa”, operación que se repita dos veces, suponiendo un total de 39,1''(16.8% del tiempo total).

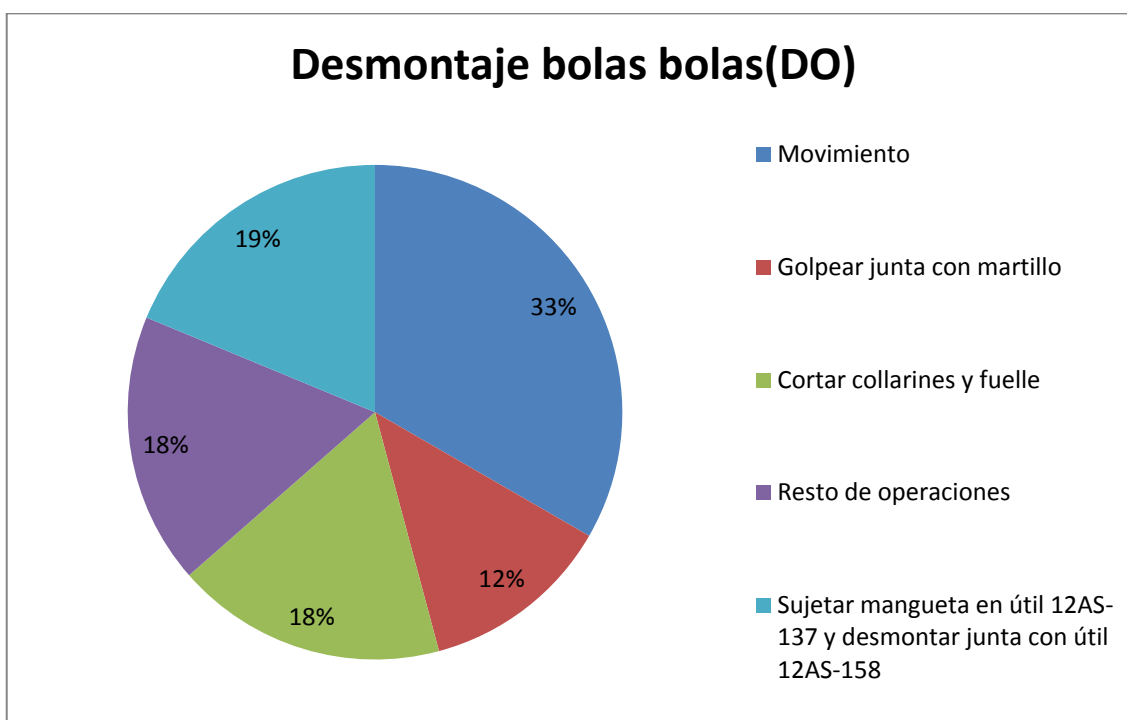
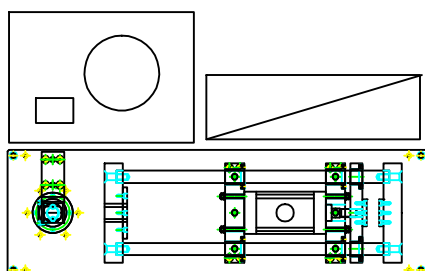
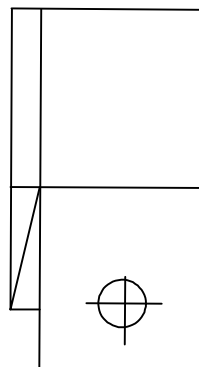


Ilustración 32

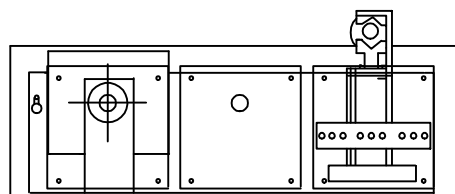
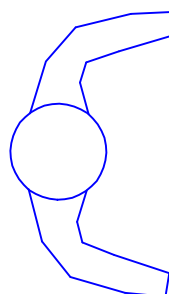
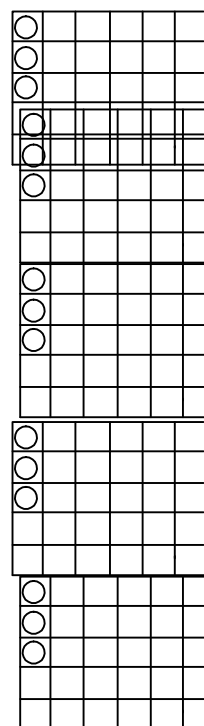
CESTONES LAVADORA

PRENSA

M02-279

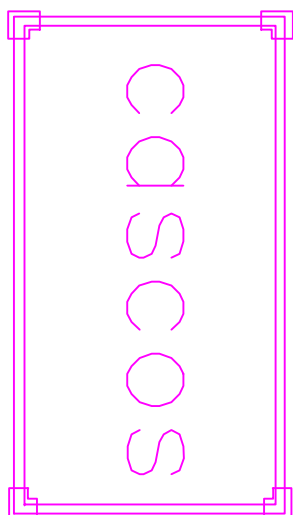


M02-051



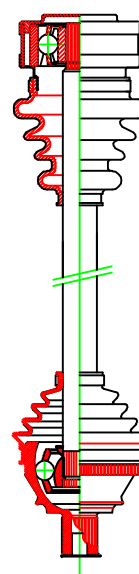
UTIL 12AS-136/
 DESMONTAR JUNTAS

CESTON DE CASCOS



METODO OPERATORIO

- Sujetar la transmisión en el útil 12AS-136 con la junta LR hacia abajo.
- Con una tenaza romper los collarines y con un cutter cortar los fuelles.
- Quitar ABS y deflector si los lleva.
- Sacar la junta LR golpeando la mangueta con una maza de latón, si tiene circclip mantenerlo abierto con una pinza a la vez que se golpea. En manguetas hembra si no sale sacar la junta LR según ficha 1163.
- Si lleva cola sujeta con tornillos al disco VL sujetarla de la cola y desatomillarla.
- Quitar el circclip VL usando una pinza.
- Sacar la junta VL con ayuda de una maza, si no sale hay que sacarla en la prensa, FICHA 1133
- Amortiguador: en cascos de RENAULT no sacarlo, dejarlo en la barra en la misma posición que viene; en los demás cascos quitar los que van atomillados.
- Desmontar junta LR, FICHA 1105



Conclusiones generales

- Durante este proceso de medición de tiempos pudo observarse puntos de mejora donde debatir posibles soluciones a operaciones que incurrían mucho tiempo. La mayor parte de ellas quedan expresadas en los resúmenes parciales de las mediciones de tiempo de cada tipo de casco:
 1. Golpear junta con martillo.
 2. Cortar collarines/anillo y fuelle.
 3. Sujetar mangueta en útil 12AS-137 y desmontar junta con útil 12AS-158.
 4. Movimiento en la célula.
- En primer lugar, se debatió la manera de disminuir los movimientos en la célula, ya que es un desperdicio perfectamente identificado en la gestión lean. Sin embargo, aunque aparentemente debíamos focalizar esfuerzos en este desperdicio, la situación real impedía que se disminuyesen el número de operaciones que implicasen movimiento o disminuir el tiempo de las mismas.
- La operación “Sujetar mangueta en útil 12AS-137 y desmontar junta con útil 12AS-158”, la cual es la que más tiempo implica de todo el desmontaje, fue objeto de gran debate, buscando la manera de simplificar tiempos en esta operación o lo que sería idóneo, automatizarla, ya que es una operación que conlleva malos gestos con la muñeca. Debido a la complejidad en sí de la operación, ya que para desmontar la junta se deben hacer movimientos circulares difícilmente automatizables. Por ello, esta mejora quedó fuera del alcance de este proyecto, quedando como propuesta de mejora continua para el futuro.
- La operación “Golpear junta con martillo”, fue notablemente mejorada como se mostrará posteriormente. De la misma manera, la operación “Cortar collarines/fuelle” también fue sustituida. Las características de ambas fueron que

consiguieron automatizar un proceso que antes suponía esfuerzo físico y a la vez una disminución en el tiempo de la operación.

- Por último, con este estudio se concibe el desmontaje de una manera mucho más estandarizada, obteniéndose un mapa casi total de este proceso productivo. Por ello, a partir de este momento, cualquier propuesta de mejora puede ser medida y comparada.

Saturación de máquinas

Introducción

El objetivo de este estudio fue determinar cuánto uso se le daba a las máquinas en las células de desmontaje con vistas al cambio en el lay-out que se iba a realizar posteriormente. Para ello, era estrictamente necesario haber trazado los correspondientes diagramas de flujo de las operaciones realizadas y haber realizado mediciones de tiempo. Estos datos se usaron para estudiar la saturación de estas máquinas, ya que si por ejemplo, en el nuevo lay-out los puestos de trabajo no fueran individuales, las máquinas más saturadas habría que duplicarlas.

El estudio se realizó asignando a las operaciones del diagrama de flujo la máquina o puesto que le corresponde, en algunas de estas operaciones quizás no tengan una máquina o puesto asociado, como por ejemplo los movimientos.

Así pues, las máquinas empleadas en el desmontaje son las siguientes (se han descontado las herramientas martillo, tenaza y pinzas, ya que el espacio físico de las mismas no se contempla y no se considera relevante):

- Útil 12AS-136
- Puesto de desmontar juntas
- Puesto de desgatillar
- Prensa (M02-279)
- Máquina romper carcasa(M02-276)

Análisis de saturación

Los resultados se agrupan por familias de desmontaje, con sus correspondientes diagramas de flujo, tiempos de operación y totales.

Desmontaje trípode trípode

Tiempo total de operación: 167,95''

	Operaciones implicadas	Tiempo total	%Saturación
12AS-136	10	123.05''	73.26
Mesa desgatillar	2	17.2''	10.24
Prensa M02-279	2	24.15''	14.38

Tabla 10

Desmontaje bolas trípode

Tiempo total operación: 204,7''

	Operaciones implicadas	Tiempo total	%Saturación
12AS-136	10	159.85''	78.1
Mesa desmontar juntas	3	64.4''	31.46
Prensa M02-279	2	24.15''	11.8

Tabla 11

Desmontaje bolas bolas (VL)

Tiempo total operación: 266.8''

	Operaciones implicadas	Tiempo total	%Saturación
12AS-136	10	167.95	62.95
Mesa desmontar juntas	6	128.8	48.27
Romper carcasa en máquina M02-276	3	33.85	12.69

Tabla 12

Desmontaje bolas bolas (DO)

Tiempo total operación: 220.8''

	Operaciones implicadas	Tiempo total	%Saturación
12AS-136	10	159.85	72.4
Mesa desmontar juntas	6	128.8	58.33
Prensa M02-279	2	24.15''	10.94

Tabla 13

Conclusiones

Lo primero que puede observarse es como la saturación de las máquinas en estos procesos es muy baja. Es un dato que evidencia aún más si cabe lo poco automatizado de este proceso.

Por otro lado, vemos que en las 3 familias de desmontaje el útil 12AS-136 tiene una saturación bastante elevada. Este dato no es real del todo, por que aunque el casco

permanece en dicho útil durante las 10 operaciones, la realidad es que solo es necesario en una media de 6 operaciones (cortar collarines, golpear junta...), el resto del tiempo el casco permanece en el útil y no se le está realizando ninguna operación como tal. Sin embargo, aunque esta saturación es en realidad menor, en el caso de un cambio en el lay-out que implicase unas células de trabajo para más de un trabajador, este útil habría que duplicarlo.

Respecto a la mesa de desmontar juntas puede observarse que también tiene un índice de saturación elevado, este puesto, en caso de cambio de lay-out, también es susceptible de ser duplicado.

Sin embargo, puede apreciarse como las otras dos máquinas empleadas, la de romper carcasa y la prensa, son muy poco empleadas durante el proceso de desmontaje. Es por esto por lo que se pudiera plantear el empleo de una de estas máquinas cada más de un operario.

Propuesta de mejora

Introducción

A raíz de los datos obtenidos anteriormente se comenzaron a discernir donde focalizar los esfuerzos y encontrar posibles mejoras en el desmontaje. Además, también se tuvo siempre en cuenta eliminar en la medida de lo posible el trabajo manual de estas operaciones.

Pinza neumática

Introducción

Una de los avances que se ha llevado a cabo ha sido el diseño de unas garras específicas para arrancar el collarín o anillo que retiene el fuelle en la transmisión y la posterior instalación de pistolas neumáticas en las células de desmontaje para poder desempeñar su función. No hizo falta de dotar a las células de una instalación neumática ya que éstas disponían ya de ella.

La idea surgió y se vio como una gran oportunidad por dos grandes motivos:

- A partir del cronometraje de tiempos se contempló que era una operación donde se requería mucho tiempo, por lo que, existía una gran oportunidad de mejora en esa operación.
- Los operarios se quejaban especialmente de cortar los collarines o anillo con tenazas, ya que esta operación implica malos gestos y sobreesfuerzo físico. A menudo los operarios se quejaban de dolores en los antebrazos y muñecas por tener que realizar esta operación. Por lo que, este avance también supone una gran mejora en la salud y ergonomía en este puesto de trabajo.

Diseño

Una vez se había formulado la propuesta, el equipo comenzó a buscar soluciones. Como quizás era de esperar, esta idea había surgido con anterioridad, pero nunca se había llevado a cabo con éxito debido a dos motivos principales:

- Las ideas anteriores con respecto al cambio de esta operación eran similares: cortar los collarines con una pinza neumática. Sin embargo, las pinzas que se pedían se rompían con facilidad por que resultaban frágiles. Por lo que el nuevo diseño implicó un cambio capital en el modo de desmontar esta parte de la transmisión: con el nuevo diseño los collarines no se cortan si no que se arrancan y las pinzas resultaron ser más útiles y resistentes.
- Por otro lado existía la dificultad de que las anteriores pinzas se adaptasen a cualquier tipo de collarín, ya que existe una amplia gama de los mismos en las casi mil referencias de cascos. El resultado del nuevo diseño se adapta a la medida de anchura máxima de collarín (12mm) y debido a su diseño puede adaptarse a arrancar cualquier collarín del mismo ancho o uno inferior cualquiera.

Para el diseño de las garras específicas para nuestro requerimiento, se tomó como referencia una pistola neumática la cual iba a ser el modelo que iba a ir destinado a la zona de desmontaje. Se tomaron sus garras que venían de serie y a partir de ellas se modificó su diseño para que satisficiera nuestras especificaciones. Se adjuntan a continuación los planos y fotos con los resultados obtenidos tras la fase de diseño.

1era fase: modelo



Ilustración 34



Ilustración 35

2ª fase: diseño en software 3D con requerimientos y pedido

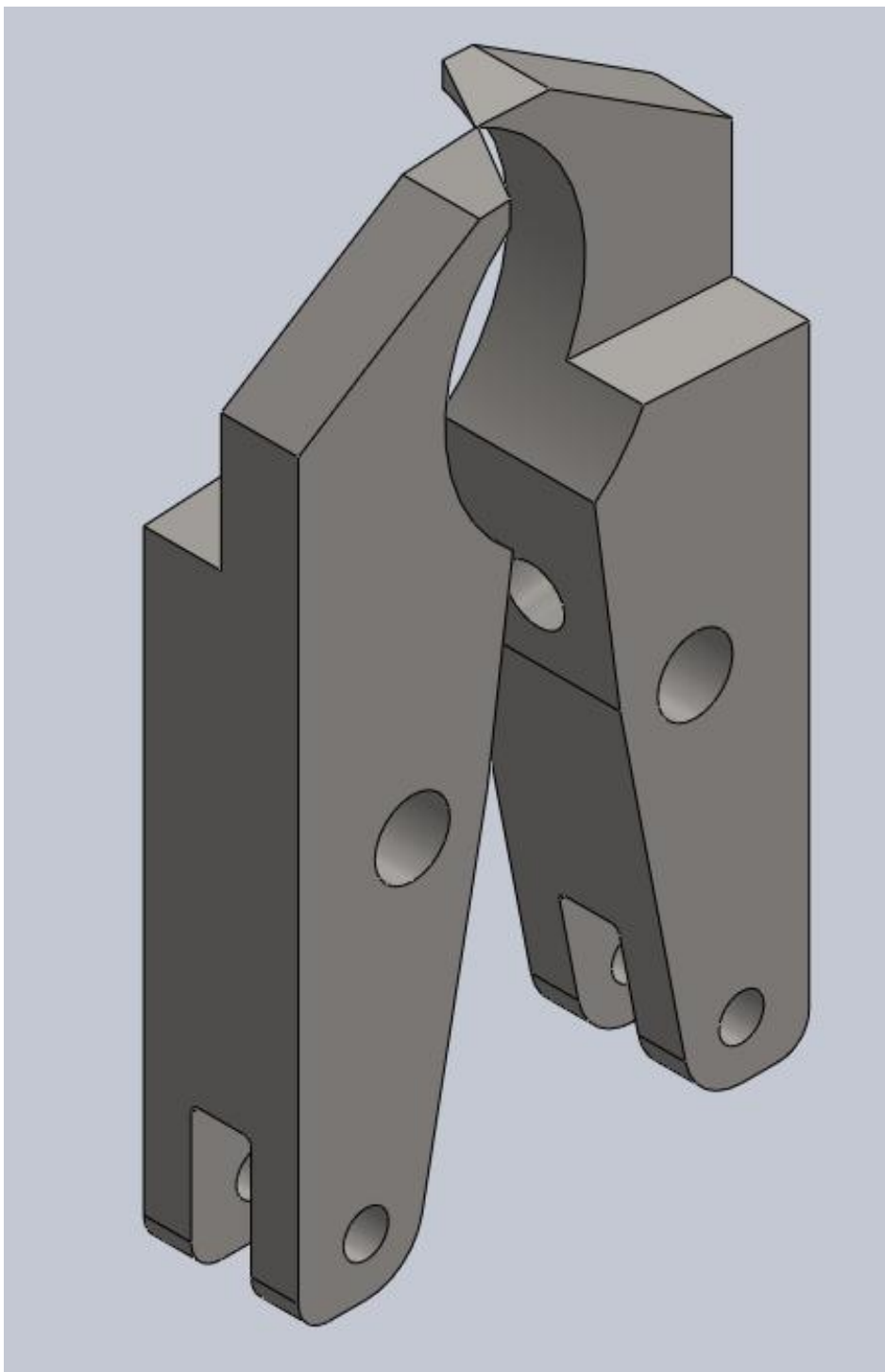
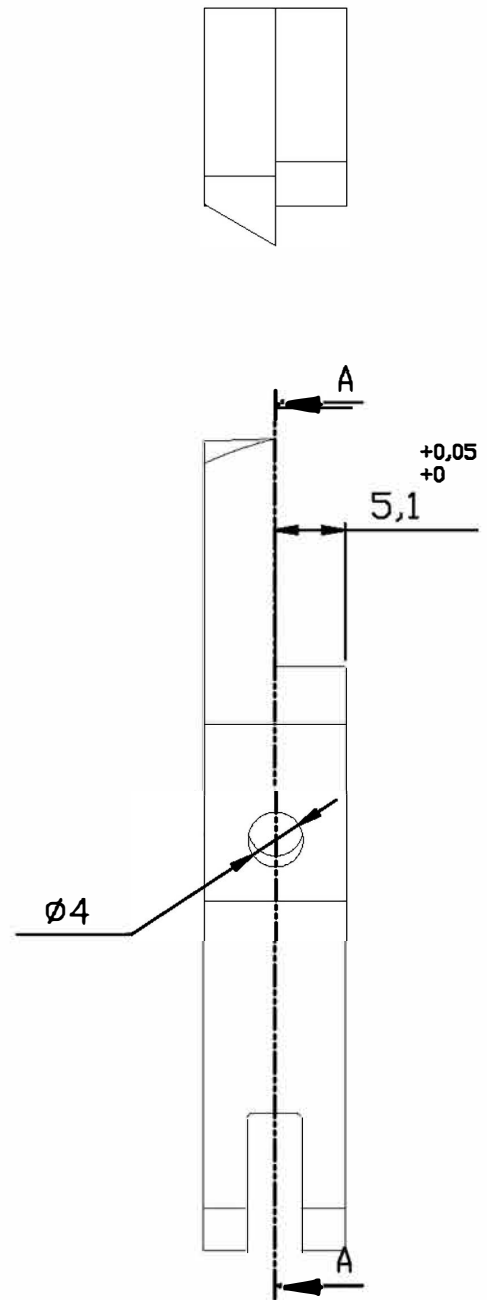
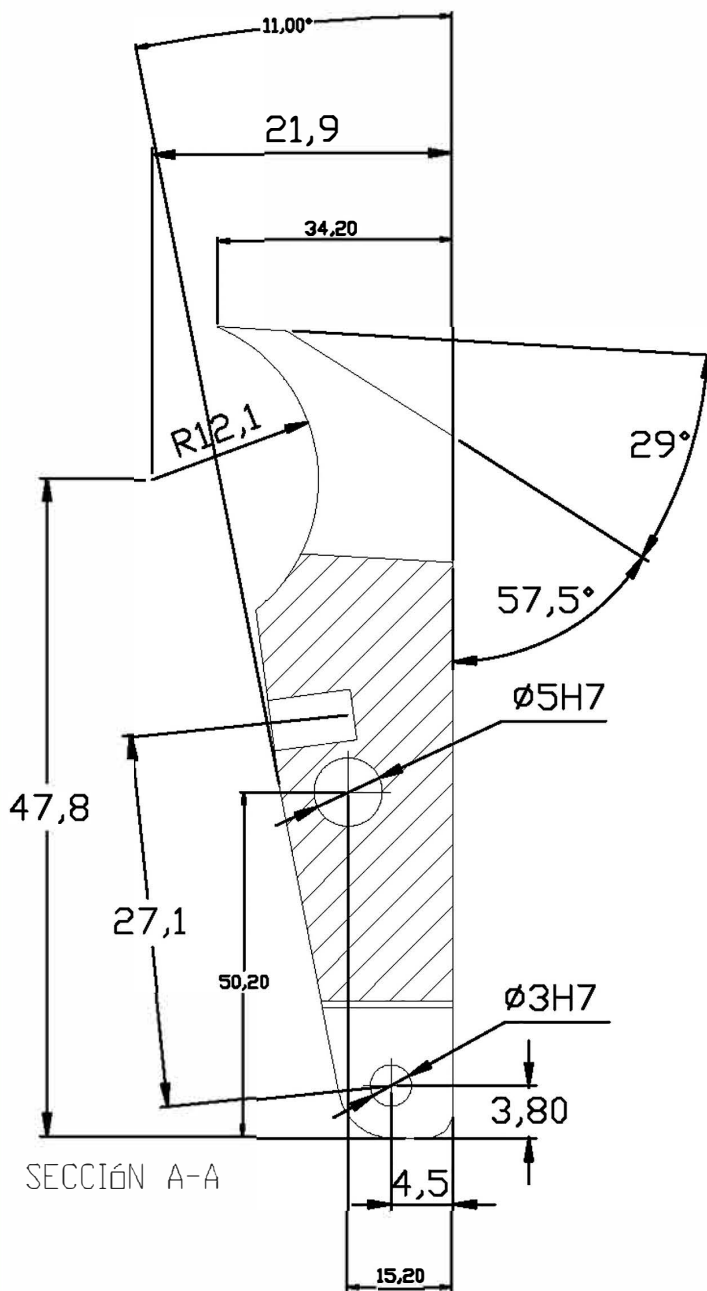


Ilustración 36



MATERIAL		F-52L		ESCALA	CANTIDAD						
TRATAMIENTO		TEMPLADO		2:1	2						
DUREZA EXT.						Rev.	Modificación			Fecha	Nombre
	Dibujado	Visado		SECCION		CONJUNTO					
Fechas		27-4-15		DESMONTAJE							
Firmas		J.MARTIN									
Tolerancias para dimensiones sin indicación según DIN 7169 Aristas suavizadas con chaflanes R5x45°				Este plano no debe ser copiado, reastrodo, facilitado a terceras personas sin autorización de la PROPIEDAD		DESIGNACION					
						12AS-510					
						Nº PLANO					

3^{era} fase: montaje en pistola neumática y pruebas



Ilustración 37



Ilustración 38

Resultados

Una vez comprobado que la pistola era apta para el uso, comprobando con una gama amplia de collarines y anillos, el siguiente paso fue realizar mediciones de tiempo para poder establecer un nuevo tiempo en la operación.

Para ello, se seleccionó una serie de todos los diámetros existentes en collarines y se realizó una planilla de inspección para cada tamaño de collarín y de esta manera estandarizar el tiempo de esta nueva operación.

- Collarín de 8mm

Mediciones	8''	9''	10''	11''	12''	13''	14''	15''
Fi	0	0	2	4	6	5	2	0
Xi*Fi	0	0	20	44	72	65	28	0
Xi ² *fi	0	0	200	484	864	845	392	0
media: 12,05			Varianza 13,49			desv.típica 3,67		

Tabla 14

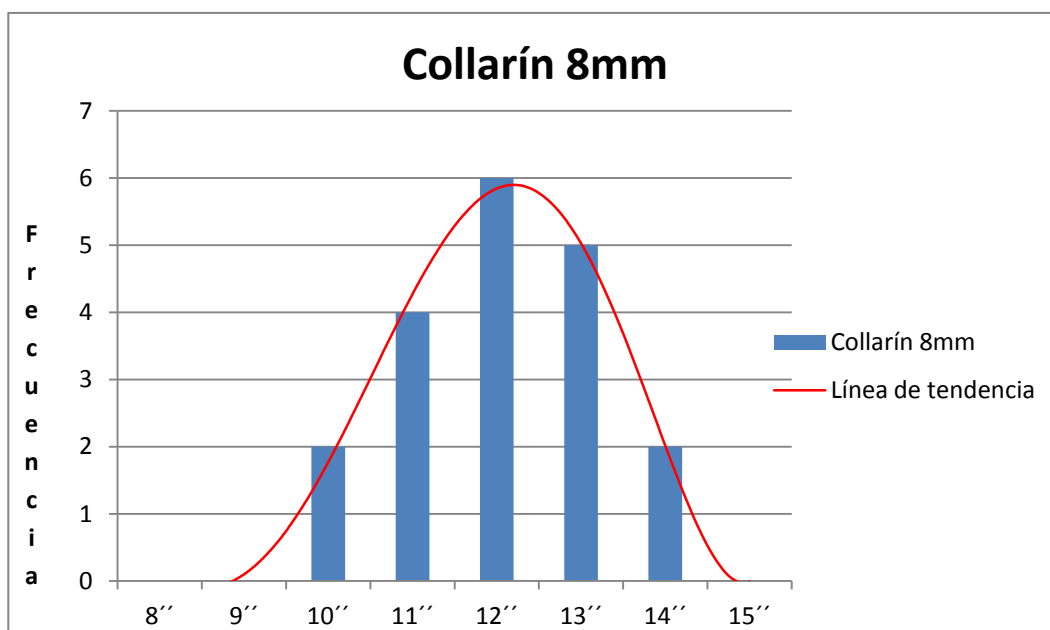


Ilustración 39

- Collarín de 9mm

Medición	8''	9''	10''	11''	12''	13''	14''	15''
Fi	0	0	2	4	4	6	3	0
Xi*Fi	0	0	20	44	48	78	42	0
Xi ² *fi	0	0	200	484	576	1014	588	0
Media 12,21			Varianza 16,34			Desviación típica 4,04		

Tabla 15

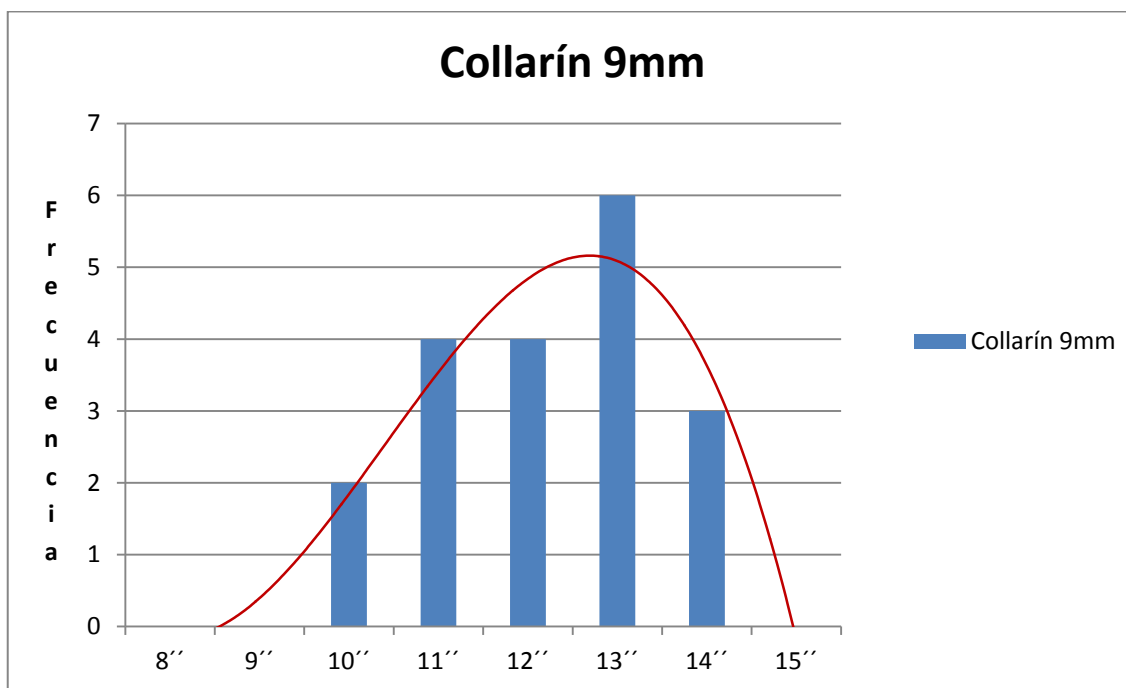


Ilustración 40

- Collarín de 10mm

Medición	8''	9''	10''	11''	12''	13''	14''	15''
Fi	0	0	2	6	10	2	0	0
Xi*Fi	0	0	20	66	120	26	0	0
Xi ² *fi	0	0	200	726	1440	338	0	0
Media 11,6			Varianza 7,55			Desviación típica 2,75		

Tabla 16

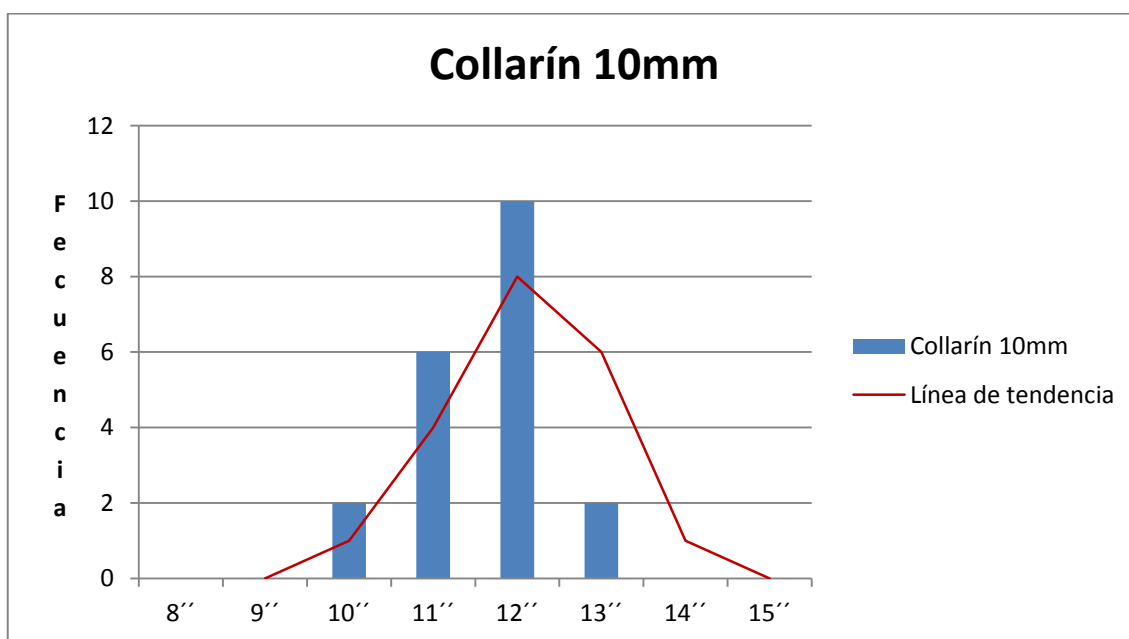


Ilustración 41

- Collarín 11mm

Medición	8''	9''	10''	11''	12''	13''	14''	15''
Fi	2	1	3	6	5	3	0	0
Xi*Fi	16	9	30	66	60	39	0	0
Xi ² *fi	128	81	300	726	720	507	0	0
Media: 11			Varianza: 7,85			Desviación típica: 2,80		

Tabla 17

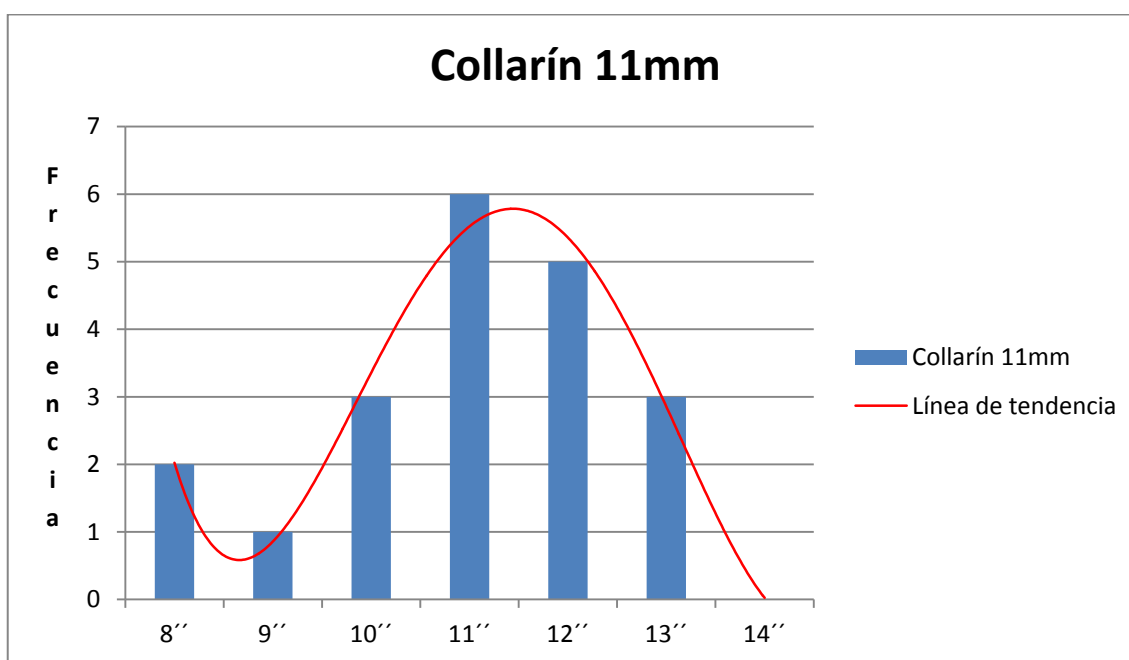


Ilustración 42

- Collarín 12mm

Medición	8''	9''	10''	11''	12''	13''	14''	15''
Fi	0	2	5	6	4	2	0	1
Xi*Fi	0	18	50	66	48	26	0	15
Xi ² *fi	0	162	500	726	576	338	0	225
Media: 11,15			Varianza: 17,22			Desviación típica: 4,15		

Tabla 18

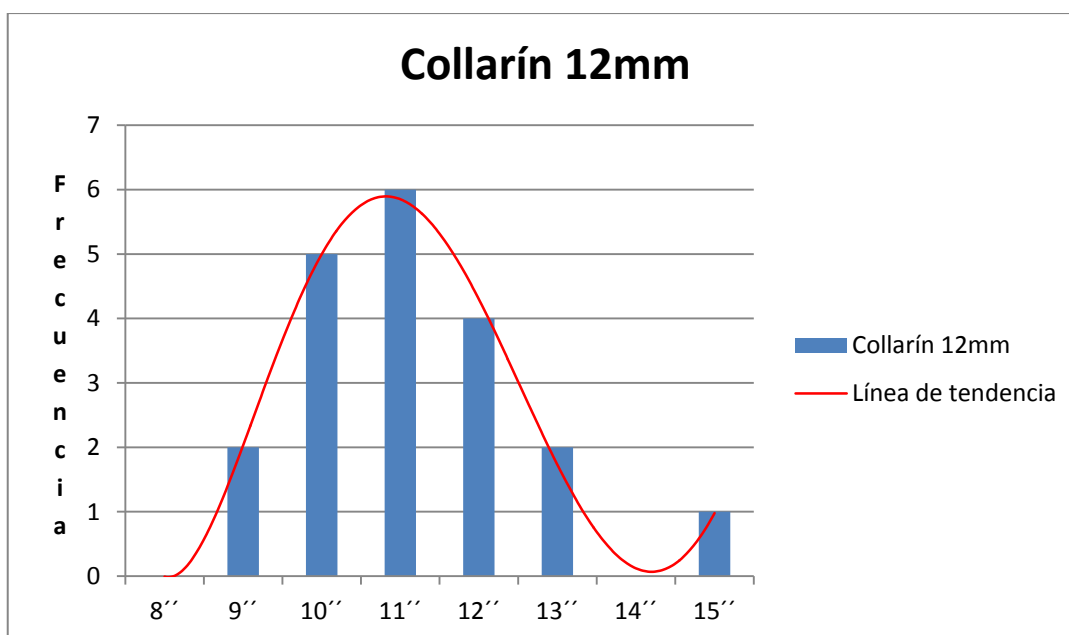


Ilustración 43

Puede observarse como las medidas para todos los collarines siguen una distribución parecida. Contra todo pronóstico, los collarines más pequeños cuesta más arrancarlos que los grandes, al contrario de lo que sucede ahora ya que los de más diámetro son más robustos y cuesta más cortarlos con las tenazas. Lo que sucedía era que costaba más adaptar la pinza cuanto más pequeño fuera el collarín. Sin embargo, la medida fue muy bien adoptada por los operarios debido a la comodidad que ésta supone.

La media de las medidas de los cuatro collarines resulta ser 11,6 segundos. En los de menor diámetro esta media esta desplazada hacia la derecha, es decir, más tiempo, y en los más grandes sucede lo contrario. Sin embargo, debido a la escasa varianza y desviación típica de la medida, se acordó con el departamento de producción y operarios y se estipuló esta microoperación con una duración de 12 segundos.

Tabla Resumen	
media total	11,6026316''
sigma medias	0,9780831
desviación típica	0,98898084''
Tiempo normal estipulado	12''

Tabla 19

Puesto de desmontar juntas

Introducción

Una vez realizado con éxito un cambio sustancial en el proceso de desmontaje (la pinza neumática), el equipo siguió en actitud de mejora continua y logró dar un paso más en la mejora del proceso de desmontaje de cascos.

Se focalizaron los esfuerzos en lograr que no fuera necesario el uso de martillo, el cual se emplea para separar las juntas de las barras. Esta operación es también de las más castigadas de todo el proceso ya que deben golpear violentamente la junta para que se desprenda. A la vista es una operación muy aparatosa y no causa buena imagen de cara a la fábrica. Sin embargo, si se logra modificar esta operación y sumando con la anterior mejora lograda, el desmontaje quedaría automatizado de una manera muy notable, mejorando el proceso, la productividad y la ergonomía del puesto de trabajo.

Además, una vez realizado el estudio de tiempos, se determinó que esta operación requiere de una media de 24'' para realizarla, que en algunos casos, si la mangueta está oxidada puede incurrir en más tiempo, lo que le convierte en la segunda actividad que más tiempo implica del desmontaje. Es por esto, por lo que también el equipo vio una gran oportunidad de mejora en la productividad.

Diseño

El resultado de la automatización del proceso de sacar la junta de la barra dio fruto a el diseño de una máquina hidráulica capaz de separar estos dos componentes mediante un golpe. El aspecto de esta “estación de desmontaje” como se le ha llamado, es parecido al útil 12AS-136, ya que dispone de una mordaza que sujeta a el casco por la barra. Una vez sujetado, un utillaje con forma de herradura desciende haciendo separar la barra de la junta.

A continuación se adjuntan los planos 3D realizados tras la fase de diseño conceptual.

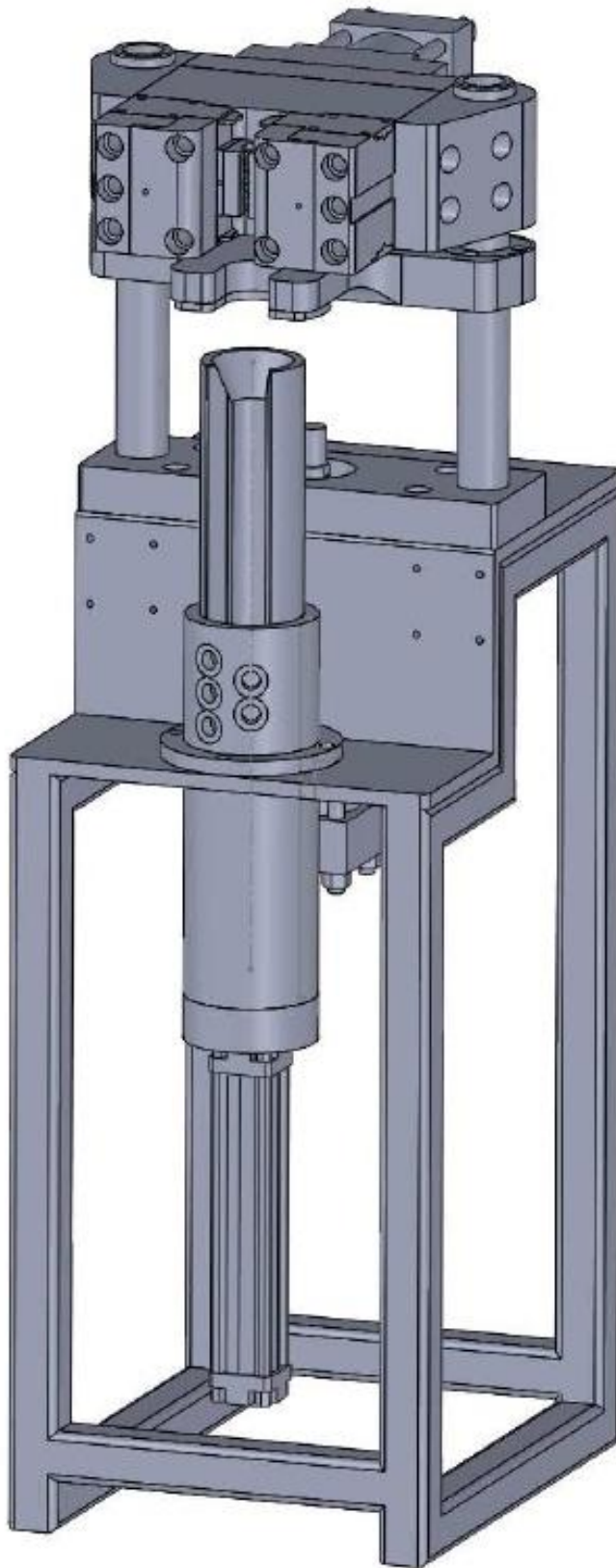


Ilustración 44

Resultados y problemática

Los resultados de esta mejora no son por el momento medibles. La razón es que durante la estancia del proyectista en la empresa solo concibió la fase de diseño y el montaje. Se finalizó el proyecto cuando se estaban realizando pruebas por lo que no fue posible cuantificar la mejora. Aún así, la mejora se espera un completo éxito debido al cambio radical que va a suponer en el desmontaje, sobretodo por la desaparición del martillo que causaba una nefasta imagen. Además, durante las pruebas se pudo comprobar que esta máquina iba a realizar el ciclo de separar la junta en menos tiempo que con el martillo.



Ilustración 45



Ilustración 46

Mejora de la productividad

Aunque la mejora en la productividad no puede ser establecida, estandarizada o medida, si que se presupone un aumento de la misma. La razón es que anteriormente esta operación incurría mucho tiempo (una media de 24'') y con la estación de desmontaje, se tiene la certeza de que este tiempo será menor, ya que la operación tan solo consistirá en colocar el casco en la máquina (antes había que colocarlo en el útil 12AS-136) y que el utillaje accionado por un cilindro hidráulico desmonte la junta de la barra en una carrera de bajada. Este tiempo se estima mucho menor de los 4'' que supone colocar el casco en el útil 12AS-136 y los 24'' que supone golpear la junta hasta separarla de la barra.

Conclusiones

A través de estas dos medidas, una efectuada y otra a la espera de serlo, se ha mejorado de manera sustancial el trabajo en una zona de producción de GKN Ayra Servicio. Estas mejoras son palpables tanto en productividad (la cual se calculará posteriormente), imagen de cara a clientes externos y sobretodo en la seguridad y salud de los empleados de estas células.

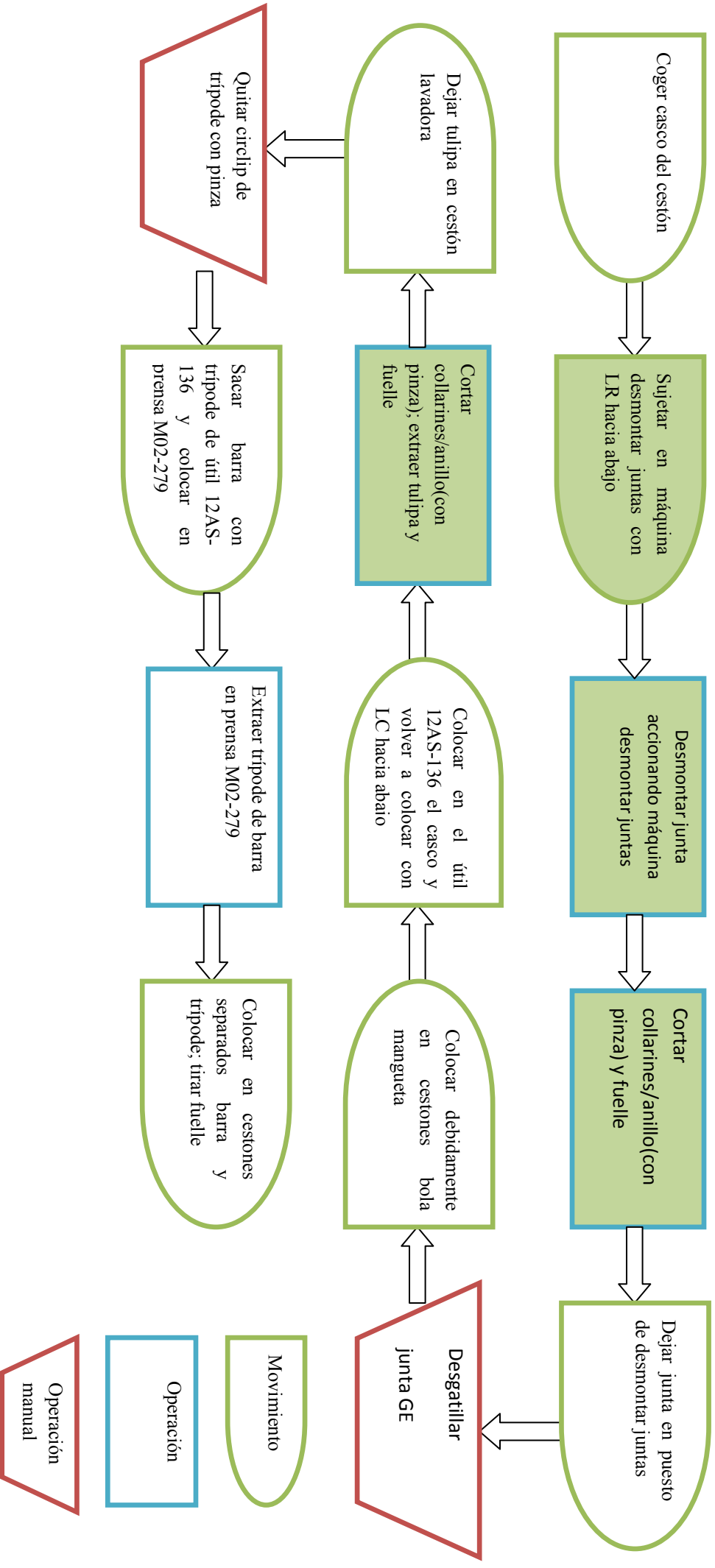
Se ha llevado a cabo una cuasi-automatización completa de un proceso que antes era de carácter manual casi en su totalidad, además de haberse realizado una estandarización casi completa de todo el proceso.

Nuevos diagramas de flujo

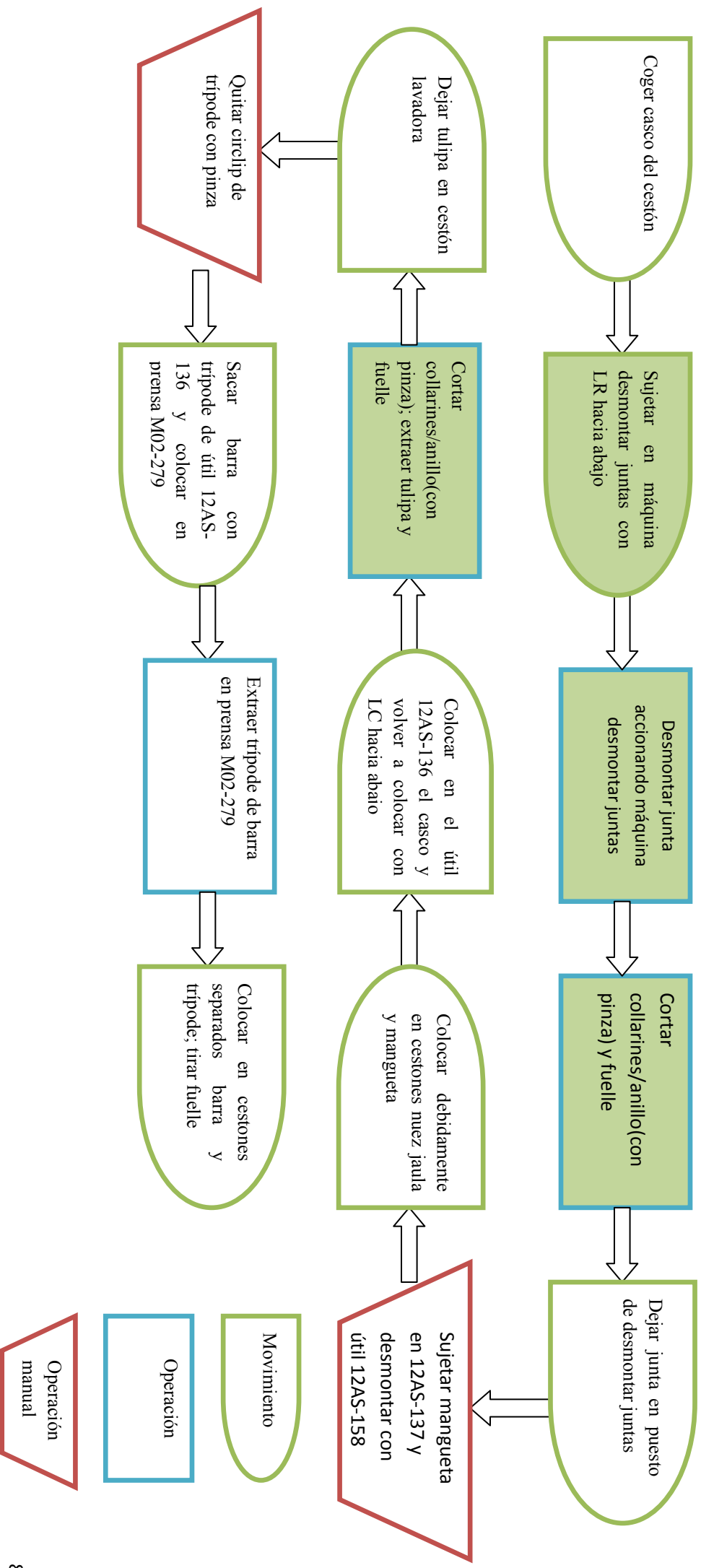
Las mejoras que se van a implantar en las células de desmontaje conllevan un cambio sustancial en los modos de trabajo de los operario. Una vez concretadas estas mejoras se debe estandarizar de nuevo el proceso de trabajo. Por ello, el paso posterior a implantar mejoras fue volver a trazar los diagramas de flujo con el proceso productivo nuevo y de esta manera obtener un nuevo mapa de trabajo y una vez más, estandarizar.

En los nuevos diagramas de flujo se observan las operaciones nuevas implantadas con fondo en verde, a continuación se muestran los mismo y después se obtendrán conclusiones.

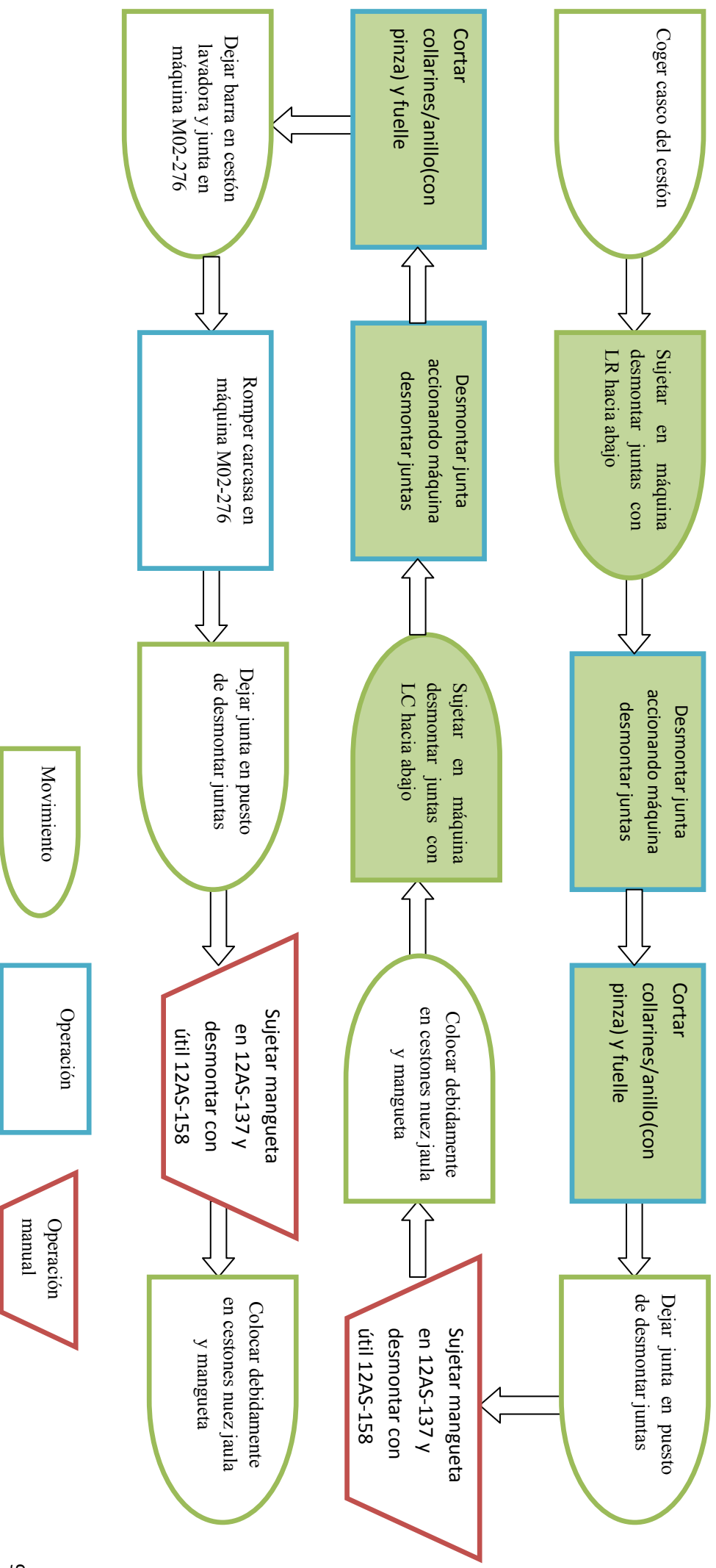
TRIPODE TRIPODE NUEVO



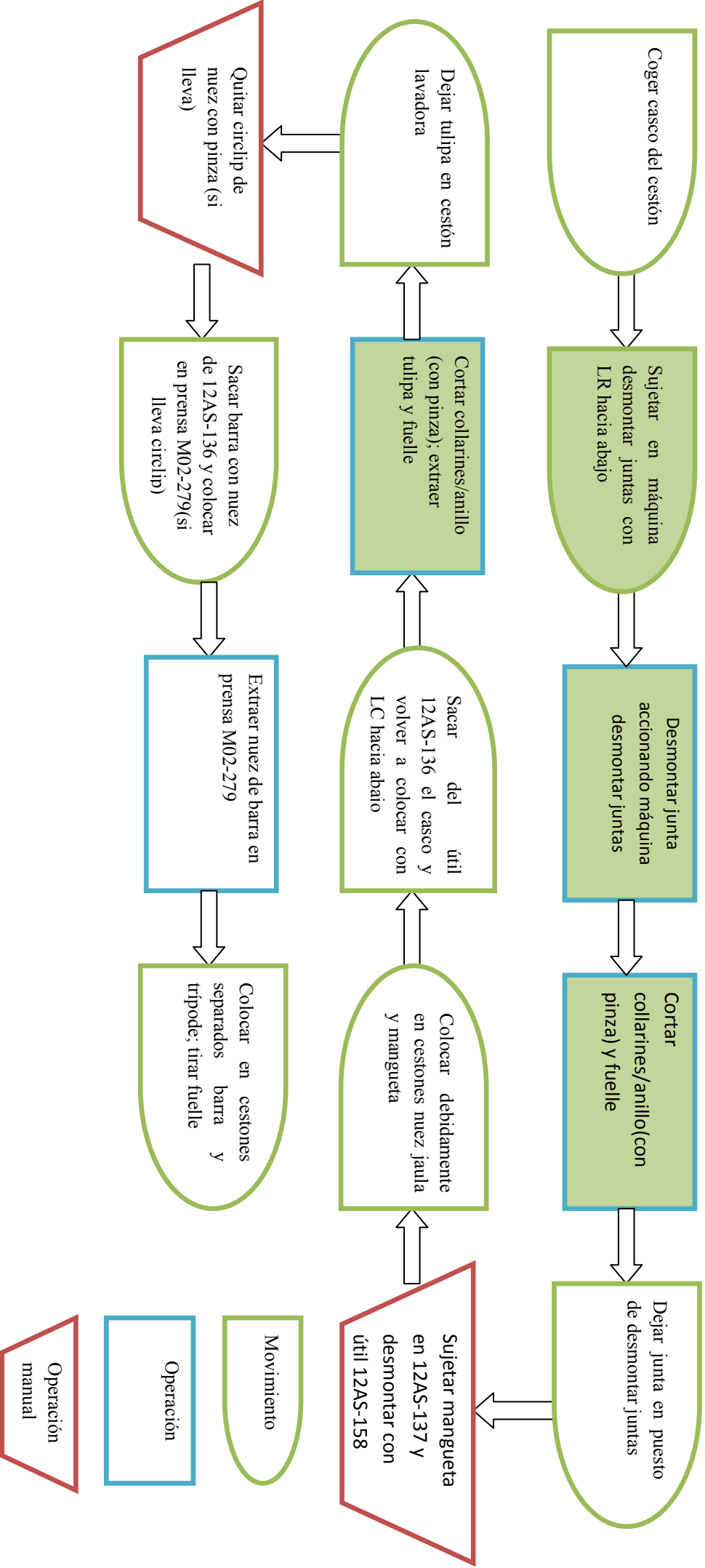
BOLAS TRIPODE NUEVO



BOLAS BOLAS VL NUEVO



BOLAS BOLAS DO NUEVO



Mejora de la productividad estimada

En este apartado se cuantifica en la medida de lo posible las mejoras introducidas, ya que como se ha mencionado antes, la mejora del puesto de desmontar juntas queda a la espera de ser medida.

Sin embargo, lo que si puede ser medido a través de los diagramas de flujo anteriores y los que, a partir de ahora regirán el desmontaje, es la mejora en tiempos que supone la introducción de la pistola neumática en el desmontaje.

Las consideraciones que se han tenido respecto al puesto de desmontar juntas han sido no variar ese tiempo con respecto el que se tenía antes. Esto quiere decir, que se considera que la operación “Sujetar en máquina desmontar juntas con LR hacia abajo” y “Desmontar junta accionando máquina desmontar juntas” equivalen a las anteriores operaciones en tiempo “Sujetar en útil 12AS-136 con LR hacia abajo” y “golpear junta con martillo”.

Esta consideración que se ha tenido en cuenta devalúa de manera notable los resultados en la mejora de productividad del presente proyecto de los que pudieran haber sido cuantificado las mejoras del puesto de desmontar juntas. Sin embargo y como se verá a continuación, la introducción de la pinza neumática supone una mejora en la productividad satisfactoria.

La introducción de la pinza neumática que sirve para romper los collarines de los cascos se ha determinado que conlleva 12 segundos (13.8 segundos con coeficiente de descanso). Anteriormente, esta operación se realizaba con una tenaza y se había determinado que constaba una media de 24 segundos (27.6 segundos con coeficiente de descanso). Con estos datos podemos realizar una estimación de la mejora de la productividad.

Familia	Tiempo antes	Tiempo después	% mejora productividad
Trípode-Trípode	167,95	156,45	6,8
Bolas-Trípode	204,7	193,2	5,6
Bolas-Bolas(DO)	220,8	209,3	5,2
Bolas-Bolas(VL)	266,8	255,3	4,3

Tabla 20

- Se esperan unos aumentos en la productividad reflejados en la tabla. Se podría decir que estas medidas supondrían una mejora en la productividad del 5,5% de media, lo cual es un resultado muy positivo.
- Por otro lado se vuelve a mencionar que no se ha tenido en cuenta la mejora del puesto de desmontar juntas debido a que no se tienen medios para medir la misma.
- Por último y como se va a ver a continuación, estas medidas han supuesto un muy notable descenso de las operaciones manuales en el proceso de desmontaje, lo cual podría ser un punto de negociación con los trabajadores para establecer un coeficiente de descanso igual al del resto de la fábrica. Esto conllevaría a una mejora en la productividad del 2% en todo el desmontaje.

Mejoras en seguridad y salud

En este apartado se recogen las mejoras que ha supuesto el presente proyecto en las células de desmontaje. Queda dicho durante todo el trabajo que estas células de desmontaje tenían una importante carga de trabajos manuales. Este hecho acarreaba en muchas ocasiones bajas de empleados debido a problemas físicos y era un objetivo del presente proyecto mejorar las condiciones de trabajo de los empleados en este puesto. Una vez introducidas todas estas mejoras, el proceso de desmontaje va a carecer prácticamente de trabajos manuales como se va a comprobar a continuación. En estos resultados se ha tenido en cuenta la introducción del puesto de desmontar juntas.

Familia	Antes de introducir mejoras		Después de introducir mejoras	
	Total operaciones	% operaciones manuales	Total operaciones	% operaciones manuales
Trípode-Trípode	6	83,3	6	33,3
Bolas-Trípode	6	83,3	6	33,3
Bolas-Bolas(DO)	6	83,3	6	33,3
Bolas-Bolas(VL)	7	85,7	7	28,6

Tabla 21

Queda reflejado el descenso de los trabajos manuales que van a suponer estas mejoras. Este resultado ha sido un éxito de este proyecto tanto para la dirección como para los empleados. Si analizamos numéricamente el nuevo proceso de desmontaje respecto del anterior obtenemos los siguientes resultados:

- La familia trípode trípode necesitaba un total de 6 operaciones, 5 de ellas eran manuales. Introducidas las mejoras, el desmontaje de esta familia implicará también 6 operaciones, pero ahora tan solo 2 de ellas serán manuales(quitar circlip con pinza y desgatillar la junta GE).
- La familia bolas trípode necesitaba un total de 6 operaciones, 5 de ellas eran manuales. Introducidas las mejoras, el desmontaje de esta familia implicará también 6 operaciones, pero ahora tan solo 2 de ellas serán manuales (quitar circlip con pinza y sujetar la mangueta en el útil 12AS-137 y desmontar con el útil 12AS-158).
- La familia bolas bolas(DO) necesitaba un total de 6 operaciones, 5 de ellas eran manuales. Introducidas las mejoras, el desmontaje de esta familia implicará también 6 operaciones, pero ahora tan solo 2 de ellas serán manuales (quitar circlip con pinza y sujetar la mangueta en el útil 12AS-137 y desmontar con el útil 12AS-158).
- La familia bolas bolas(VL) necesitaba un total de 7 operaciones, 6 de ellas eran manuales. Introducidas las mejoras, el desmontaje de esta familia implicará también 7 operaciones, pero ahora tan solo 2 de ellas serán manuales (sujetar la mangueta en el útil 12AS-137 y desmontar con el útil 12AS-158, la cual se realiza por partida doble).

El siguiente objetivo, aunque quede fuera del alcance de este proyecto, trata de seguir mejorando hasta conseguir eliminar todas las operaciones que impliquen un peligro a corto, medio y largo plazo para los trabajadores.

Ineficiencias

Introducción

Se realizó un estudio tomando datos acerca de la improductividad de los empleados tanto en la zona de desmontaje como en la de lavado. Los empleados disponen de un software donde al final de su turno archivan la actividad que han realizado, declarando sus acciones productivas y sus acciones no productivas. Cada una de estas acciones, tanto productivas como improductivas, está estandarizada mediante un número de incidencia.

A continuación se muestra un ejemplo de cómo son estas fichas de datos:

OF/OM	Incid.	Descrip.	Oper	Descrip.	Referencia	Máqui	TE	S	A	Rec.	Cha.	Ex	Cliente	Descrip.	Liq.
	648	CAMBIO DE ORDEN (0.16H)				311	0,5600								150
2/110432			110	LAVAR B1.052989	311	0,0270	10,0000								150
2/110525			310	LAVAR T1.521630	311	0,0568	21,0000								150
2/110527			110	LAVAR B1.521630	311	0,0821	22,0000								150
2/110526			610	LAVAR N1.521630	311	0,0933	75,0000								150
2/110765			010	DESMONT1.458080	318	0,2439	5,0000								150
2/110769			310	LAVAR T1.458080	311	0,0373	11,0000								150
2/110771			110	LAVAR B1.458080	311	0,0970	26,0000								150
2/110767			210	LAVAR T1.458080	311	0,0261	6,0000				1,0000				150
2/110767			210	LAVAR T1.458080	311	0,0183	1,0000				4,0000				150
2/110770			610	LAVAR N1.458080	311	0,1866	50,0000								150
2/110774			011	DESMONT1.0740C2	318	1,7297	32,0000								150
	3P	TRABAJO PRODU. DELIMITADO POR EL ENCARGADO (F				311	0,2057	43,0000							150 DURAS
2/110730			310	LAVAR T1.6088617	311	0,4459	35,0000								150
2/110728			210	LAVAR T1.6088617	311	1,1803	46,0000				34,0000				150
2/110436			410	LAVAR A3204165	311	0,4000	50,0000								150

Ilustración 47

En él se aprecia como el operario apunta el número de orden, la cual tiene asignada una descripción, la máquina empleada, el tiempo empleado en la operación y otros datos de interés.

Este estudio recogió datos de tres operarios de la zona de desmontaje y dos de la zona de lavadora durante un mes. El objetivo es medir la productividad de los operarios, identificando los actos improductivos de su trabajo con la espera de que con una perspectiva suficientemente amplia pudiera verse una ineficiencia frecuente en su empleo.

Ineficiencias en desmontaje

Se ha tomado un total de tres operarios de las células de desmontaje y se ha estudiado en que emplearon las 8 horas del turno entre los meses de Febrero y Marzo.

En primer lugar se adjunta una tabla que describe todos los códigos de ineficiencias declarados por los operarios durante el estudio.

Código	Descripción
3	Acto improductivo delimitado por el encargado
40	Información dirección (fichar)
515	Desmontar de junta chatarra jaula/nuez
640	Cambio de puesto a carcasa lisa
644	Cambio de mordazas a carcasa lisa
646	Cambio de prensa S.trípode a izquierdas quitar + poner
648	Cambio de orden
660	Cambio mordazas útil romper carcasa
662	Ajustar prensa sacar trípodes
663	Ajustar prensa sacar tulipas
958	OOL puesto diario

Tabla 21

Se analizaron los datos de los operarios midiendo su tiempo total productivo y desglosando sus tiempos improductivos, realizado posteriormente un diagrama de pareto sobre sus tiempos improductivos, a la espera de que aproximadamente un 20% de las ineficiencias supusieran un 80% del tiempo total improductivo y poder focalizar esfuerzos en ellos.

Los datos han sido agrupados por semanas para mayor claridad y posteriormente se ha realizado un análisis mensual. Se adjunta a continuación el estudio de un operario por semanas y de los otros dos se realizará un resumen mensual para mayor brevedad en el estudio.

Operario nº 128

Estando el tiempo en horas y los gráficos tomados a partir del 75% para mayor apreciación de las improductividades:

Semana 8

Semana 8	T.Productivo	Total improductivo	3	648	663	958	%Productividad
16/02/2015	8	0	0	0	0	0	100
17/02/2015	6,7	1,3	0,8	0,14	0,18	0,18	83,75
18/02/2015	7,6772	0,3228		0,1428		0,18	95,97
19/02/2015	7,1837	0,8163	0,5	0,1363	0,18		89,79
20/02/2015	8	0					100

Tabla 22

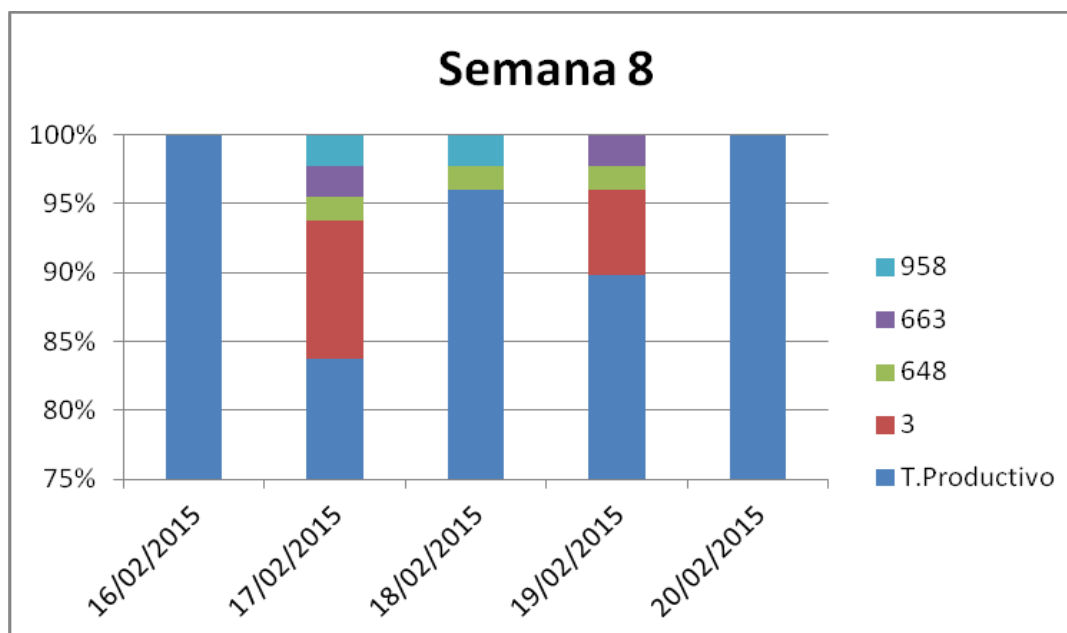


Ilustración 48

Semana 9

Semana 9	T.Productivo	Total improductivo	3	646	662	958	%Productividad
23/02/2015	7,5	0,5	0,5				93,75
24/02/2015	7,8261	0,1739		0,1739			97,83
25/02/2015	8	0					100
26/02/2015	8	0					100
27/02/2015	7,3498	0,6502	0,33	0,18	0,1402		91,87

Tabla 23

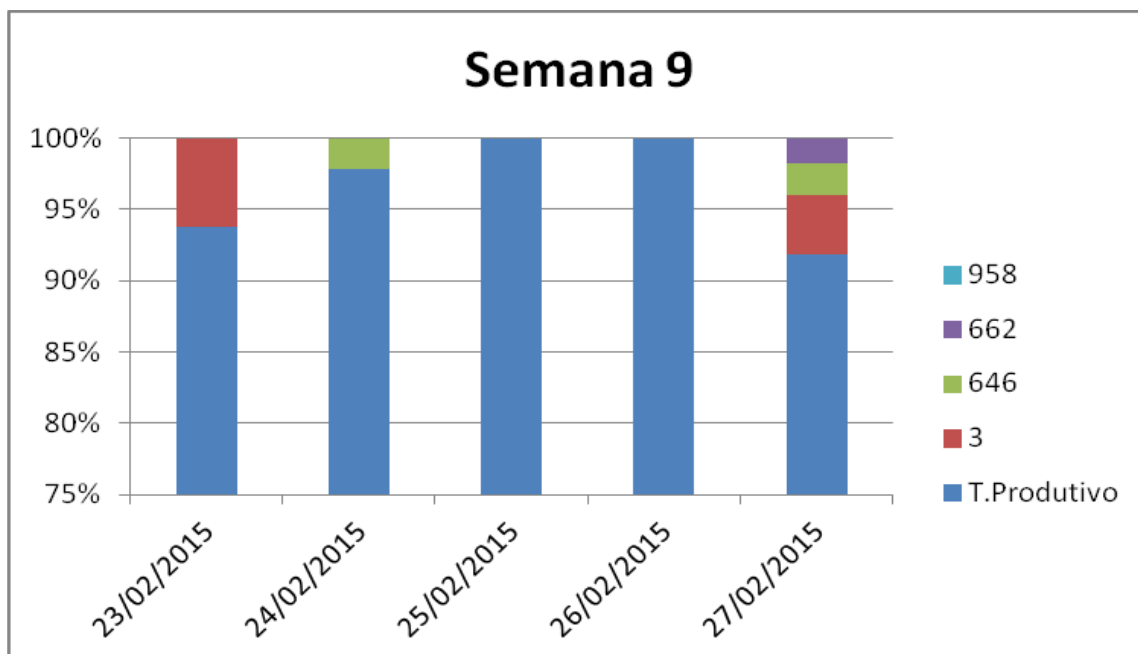


Ilustración 49

Semana 10

Semana 10	T.Productivo	Total improductivo	40	648	958	%Productividad
02/03/2015	7,6757	0,3243		0,1443	0,18	95,95
03/03/2015	7,5392	0,4608		0,2808	0,18	94,24
04/03/2015	6,6977	1,3023	1	0,1223	0,18	83,72
05/03/2015	7,82	0,18			0,18	97,75
06/03/2015	7,6771	0,3229		0,1429	0,18	95,96

Tabla 24

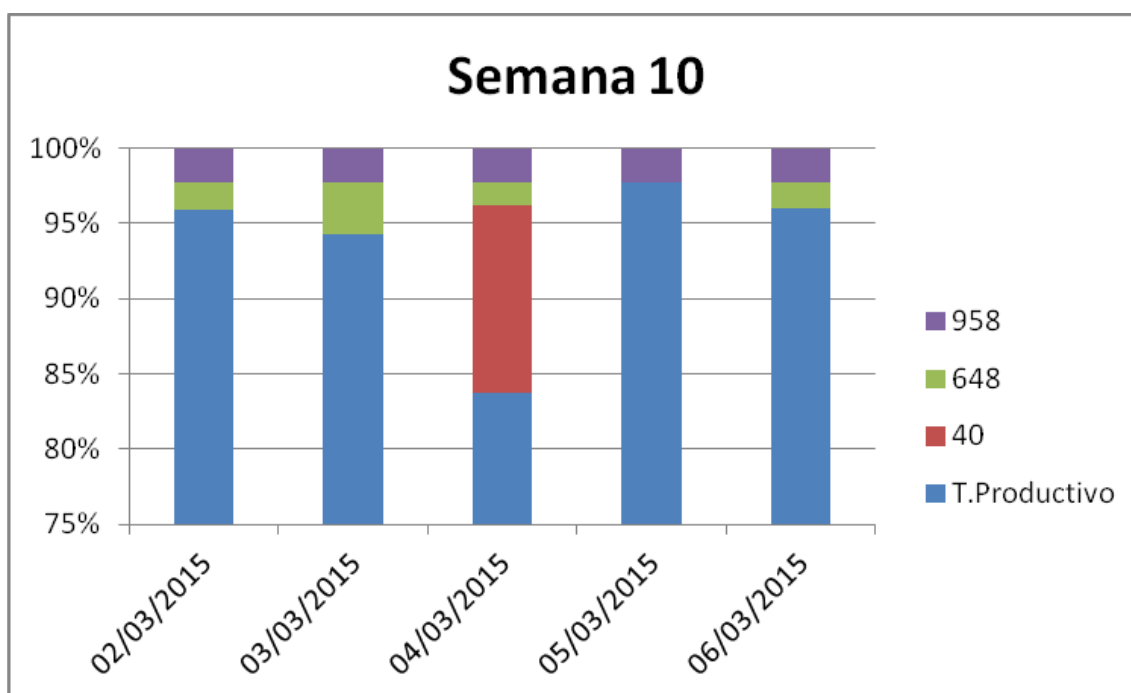


Ilustración 50

Semana 11

Semana 11	T.Productivo	Total improductivo	3	648	%Productividad
09/03/2015	8	0			100
10/03/2015	7,5383	0,4617		0,4617	94,23
11/03/2015	8	0	0	0	100
12/03/2015	7,5596	0,4404		0,1404	94,50
13/03/2015	8	0	0,3		100

Tabla 25

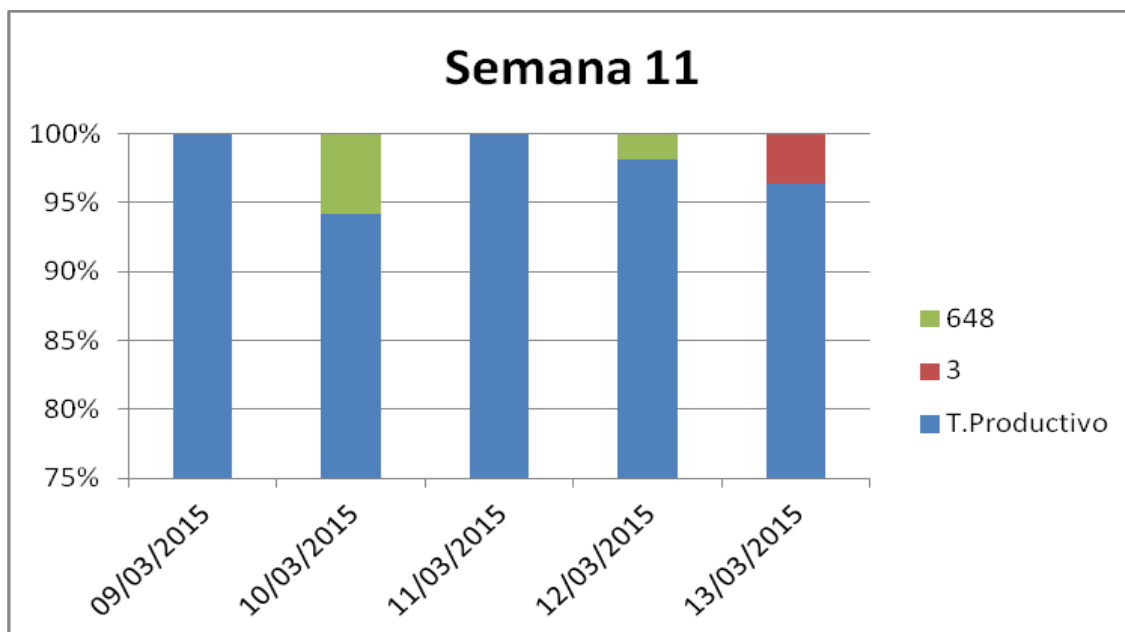


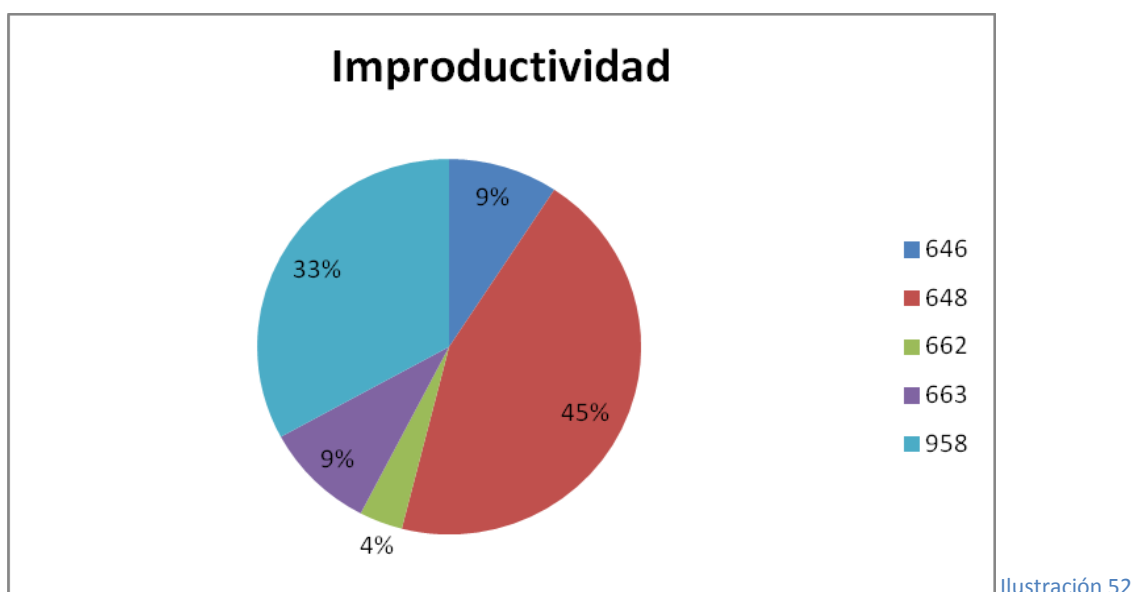
Ilustración 51

Resumen mensual

A continuación se adjunta una tabla resumen con la suma de todas las improductividades en dicho mes, estando el tiempo en horas.

3	40	646	648	662	663	958	Total mes	% Product/media
2,43	1	0,35	1,71	0,14	0,36	1,26	7,26	95,47

Tabla 26



- Conclusiones

Puede observarse como el 78% del tiempo improductivo corresponde a los códigos 648 y 958 que corresponden al cambio de orden y al OOL del puesto de trabajo.

Operario nº 230

Como se ha mencionado anteriormente, los datos recogidos semanalmente se han agrupado de manera resumida en un mes. El resumen de los mismos se adjunta en las siguientes tablas y gráficos.

- Resumen mes:

958	515	640	644	646	648	660	662	663	T. productivo	Produc/mes
1,4415	1,4913	0,6	0,3651	0,1738	2,1402	0,1811	0,56	0,181	152,86	95,54

Tabla 27

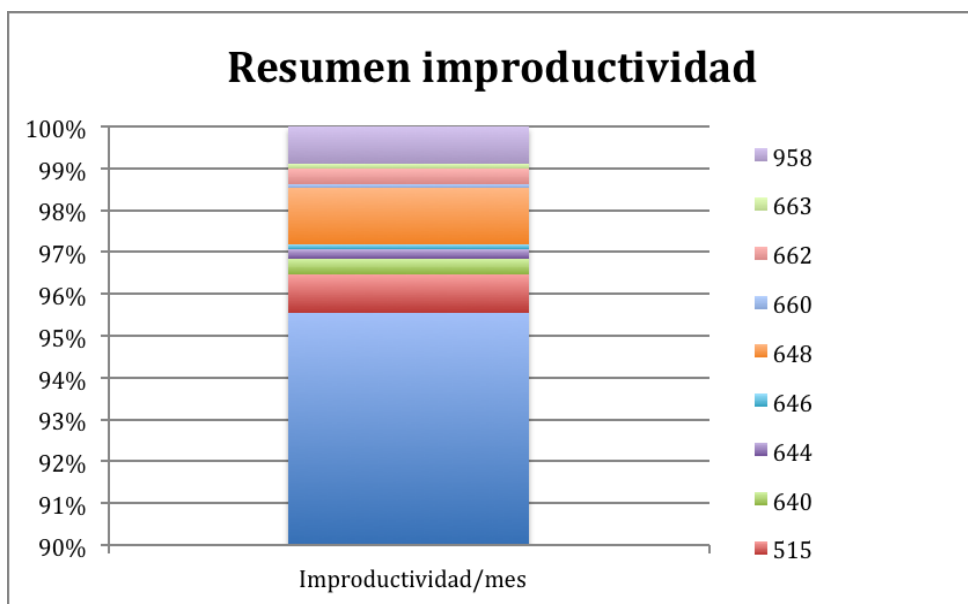
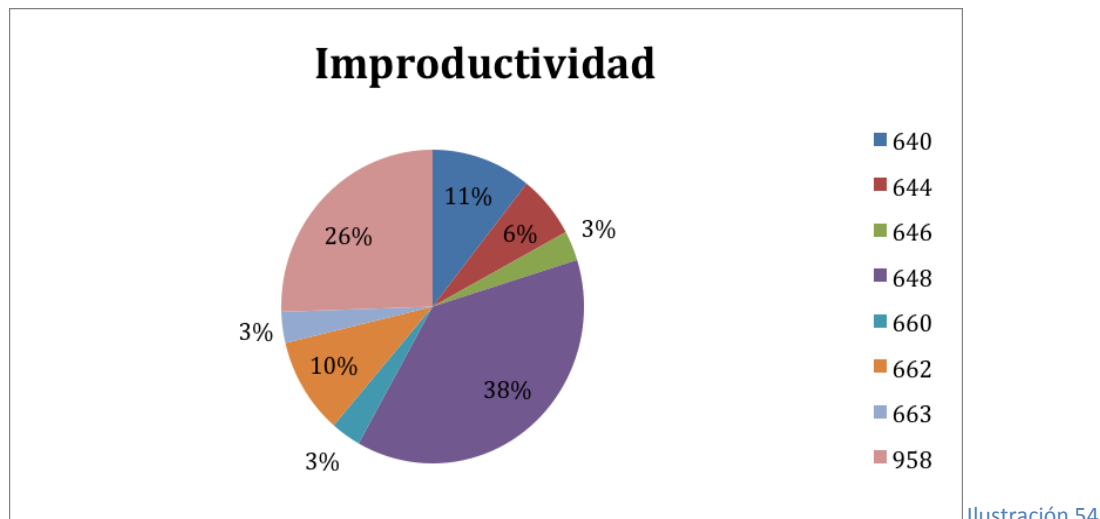


Ilustración 53

- Resumen de improductividades



- Conclusiones

De la misma manera que el anterior operario estudiado, éste emplea su tiempo improductivo mayoritariamente en las órdenes 648 y 958, que corresponden de la misma manera a las descripciones de cambio de orden y OOL del puesto respectivamente.

Operario nº 210

En este caso se adjuntan los datos relativos al operario nº 210, de la misma manera que se realizó con el operario nº 230 resumiendo los datos por mes.

- Resumen mes

T.Productivo	3	648	660	662	958	Produc/mes
155,7434	0,14	2,1404	0,14	0,42	1,4162	97,34

Tabla 28



Ilustración 55

- Resumen de improductividades

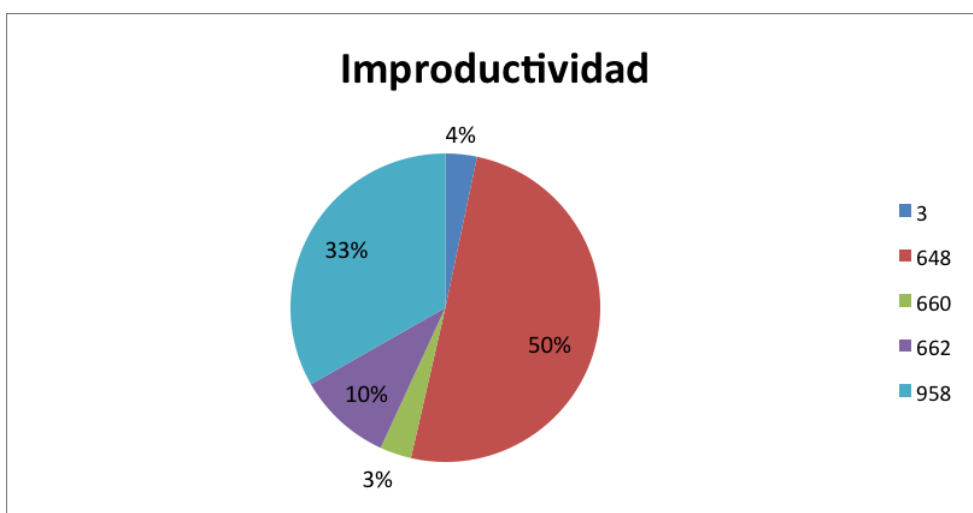


Ilustración 56

- Conclusiones

Para este trabajador queda todavía mas patente como su tiempo improductivo se distribuye mayoritariamente entre las acciones de cambio de orden y OOL del puesto.

Conclusiones globales en desmontaje

Si se observa con una perspectiva global las ineficiencias declaradas por los tres operarios se observa claramente donde deberían focalizarse los esfuerzos del equipo de trabajo que a través de las herramientas LEAN trató de mejorar la productividad. Las órdenes 648 y 958 que corresponden a los cambios de orden y OOL de puesto diario serán pues el objeto de este apartado.

- Cambio de orden(648)

Se buscó un modo de disminuir este tiempo improductivo mediante la posibilidad de que cada operario trabajase sobre una misma referencia durante su turno de trabajo que corresponde a un tiempo total de 8 horas. Este hecho podría suponer la inexistencia de los cambio de orden durante su turno, que supondrían un total de 0.48h menos por turno, o lo que es lo mismo 28 minutos y 48 segundos, que supondrían un aumento de la productividad en el desmontaje del 3,6 por ciento. Además esta medida es de especial interés para una mejora en el lay-out que se comentará posteriormente y que esta relacionada con la sección de lavado de la zona de desmontaje.

Sin embargo, esta medida pudiera conllevar el fomento del push(empuje) de la producción, frente al pull(estirar) en donde las piezas van marcadas por el ritmo de las necesidades del cliente.

- OOL puesto diario(958)

Se parte del principio de que esta orden no es posible eliminarla, ya que es un principio de las 5s y conllevaría un retraso en lo que a la gestión lean se refiere. Sin embargo y como se ha comentado al principio de este trabajo, esta célula de trabajo está cargada de mayor suciedad que ninguna otra de la fábrica, debido a que al desmontar transmisiones de motor éstas están en su interior cubiertas de grasa y suciedad. Por ello, los operarios de esta célula tienen la obligación de realizar esta orden con mayor frecuencia que en otras y con un tiempo concedido bastante mayor.

Se planteó la posibilidad de situar una lavadora previa al desmontaje, con ello existiría la posibilidad de reducir el tiempo de la orden de OOL diario y quizás su frecuencia. Sin embargo, esta medida añadiría un proceso mas a la cadena de producción de la transmisión, con su respectivo tiempo y como es evidente, esta operación no añadiría ningún valor al producto.

Ineficiencias en lavado

Este estudio se realizó para los operarios que están situados tras el lavado de las transmisiones que se han desmontado, colocado en cestones e introducidos a la lavadora a través de una cadena automática. En este puesto de trabajo se encuentran dos trabajadores. Uno de ellos se encarga de verificar que referencia le viene en cada cestón e introducir en contenedores dichas piezas, el otro monta las manguetas que vienen desmontadas por componentes en nuez, jaula y mangueta y las introduce a la granalladora y cuando estas se han sometido a este proceso comprueba que la operación se ha realizado correctamente.

Estos operarios de la misma manera que en el desmontaje apuntan las operaciones que han realizado al final de su turno. A continuación, se adjunta una tabla con los tiempos improductivos que se declararon durante el mes estudiado.

Código	Descripción
6	Averías delimitadas por el encargado
526	Mover material en torre almacén
598	Limpieza lavadora OOL Viernes
603	Limpiar piezas con restos de granalla
648	Cambio de orden
791	Sacar grasa de lavadora
840	Cambio de puesto de montar mangueta mangue mangue

Tabla 29

De la misma manera que en el desmontaje, se recogieron datos de un mes, en este caso de dos operarios y se gestionaron los datos de tal manera que pudieran verse ineficiencias predominantes respecto a otras.

Operario nº 124

El cometido de este operario en el puesto de lavado es el de montar las manguetas e introducirlas a la granalladora, así mismo, cuando surgen problemas en el granallado este operario es el encargado de resolverlos.

Estando el tiempo en horas y los gráficos tomados a partir del 75% para mayor apreciación de las improductividades:

Semana 8

Semana 6	T.Productivo	Total improductivo	6	526	603	%Productividad
2/2/15	7,6973	0,3027		0,3027		96,22
3/2/15	7,3508	0,6492		0,2492	0,4	91,89
4/2/15	7,3	0,7	0,1	0,2	0,4	91,25
5/2/15	7,0518	0,9482		0,3482	0,6	88,15
6/2/15	7,303	0,697		0,197	0,5	91,29

Tabla 30

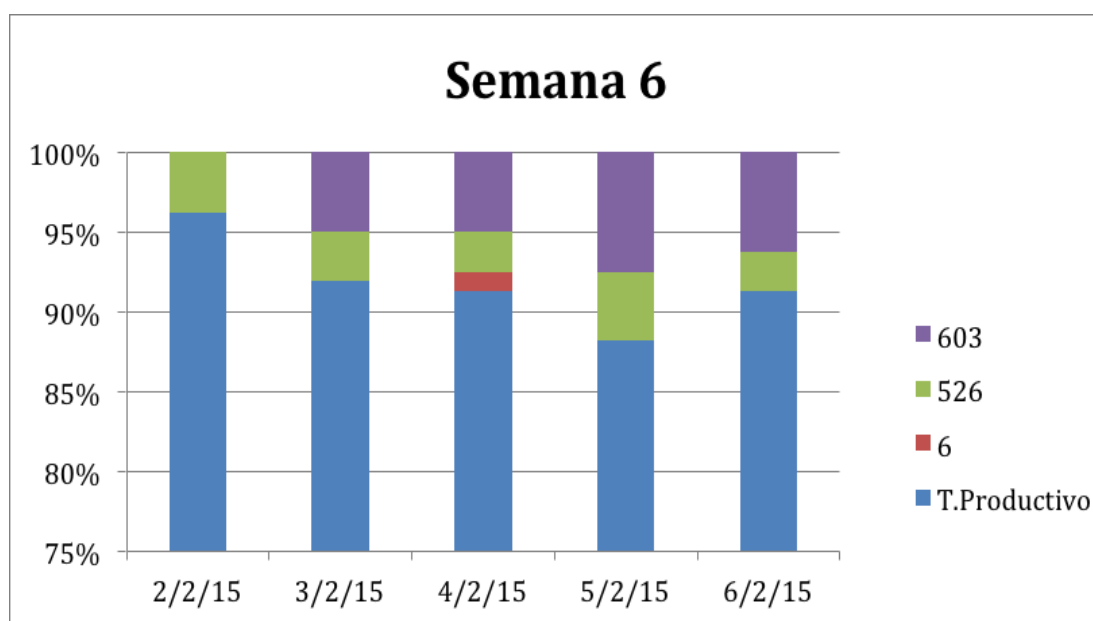


Ilustración 57

Semana 7

Semana 7	T.Productivo	Total improductivo	526	603	%Productividad
9/2/15	7,6887	0,3113	0,1613	0,15	96,11
10/2/15	7,7477	0,2523	0,2523		96,85
11/2/15	7,35	0,65	0,4	0,25	91,875
12/2/15	7,3015	0,6985	0,2485	0,45	91,27
13/2/15	8	0			100

Tabla 31

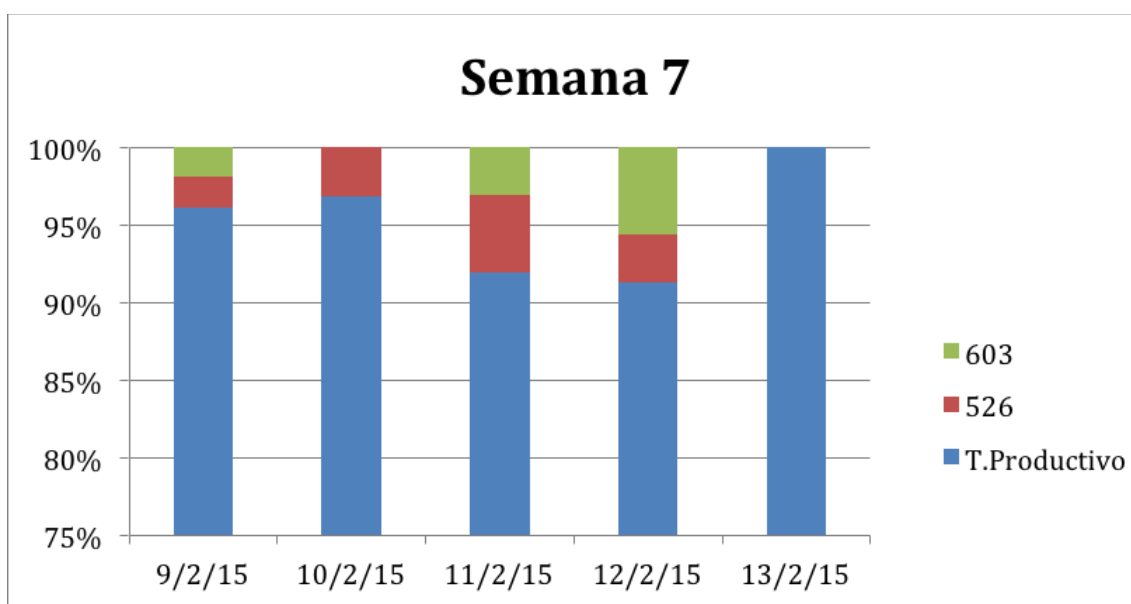


Ilustración 58

Semana 8

Semana 8	T.Productivo	Total Improductivo	526	603	698	%Productividad
16/2/15	7,9771	0,0229			0,0229	99,71
17/2/15	8	0				100
18/2/15	7,65	0,35	0,35			95,625
19/2/15	7,4957	0,5043	0,2043	0,3		93,70
20/2/15	7,6592	0,3408	0,1408	0,2		95,74

Tabla 32

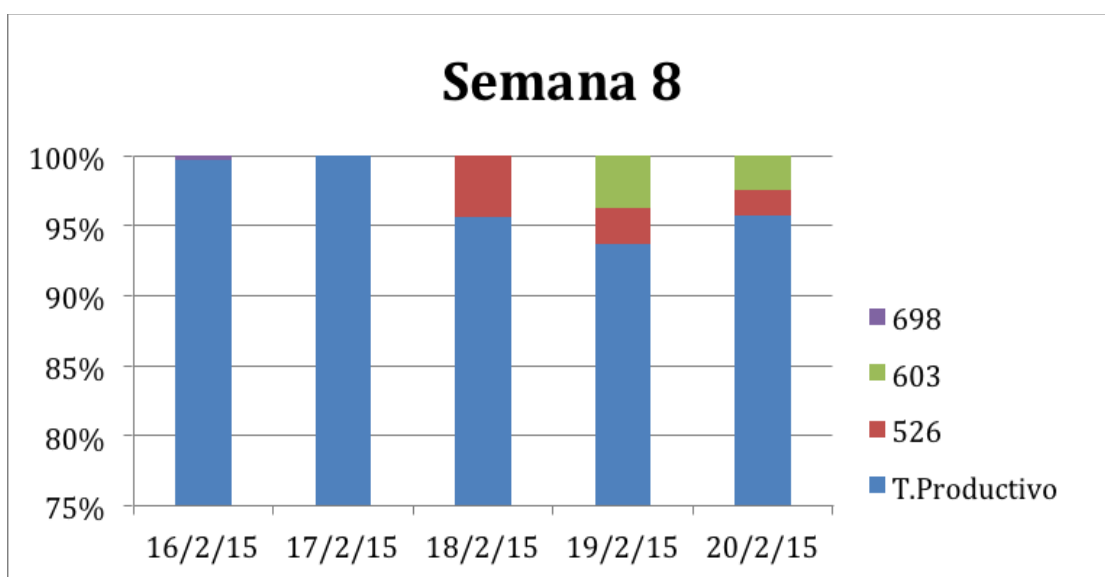


Ilustración 59

Semana 9

Semana 9	T.Productivo	Total Improductivo	526	603	840	%Productividad
23/2/15	7,6942	0,3058	0,3058			96,18
24/2/15	6,7998	1,2002	0,7002	0,5		84,99
25/2/15	7,65	0,35	0,15	0,2		95,63
26/2/15	7,55	0,45	0,45			94,38
27/2/15	7,5731	0,4269	0,2469		0,18	94,66

Tabla 33

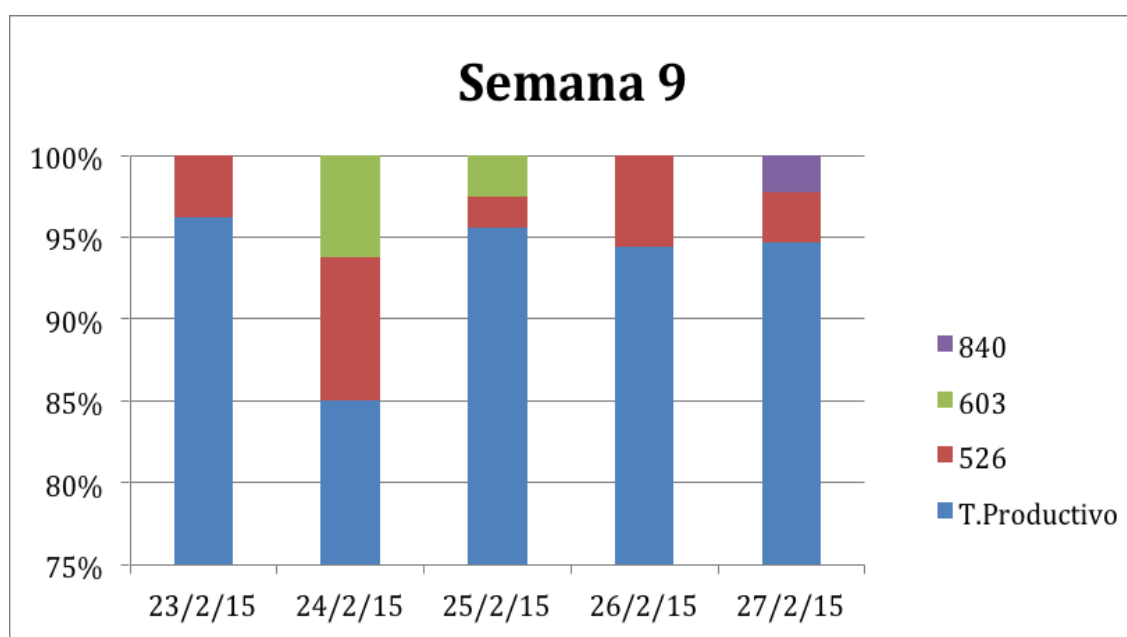


Ilustración 60

Resumen mensual

A continuación se adjunta una tabla resumen con la suma de todas las improductividades en dicho mes, estando el tiempo en horas.

6	526	603	840	Total mes	Produc/mes
0,1	4,9072	3,95	0,18	9,1372	94,28925

Tabla 34

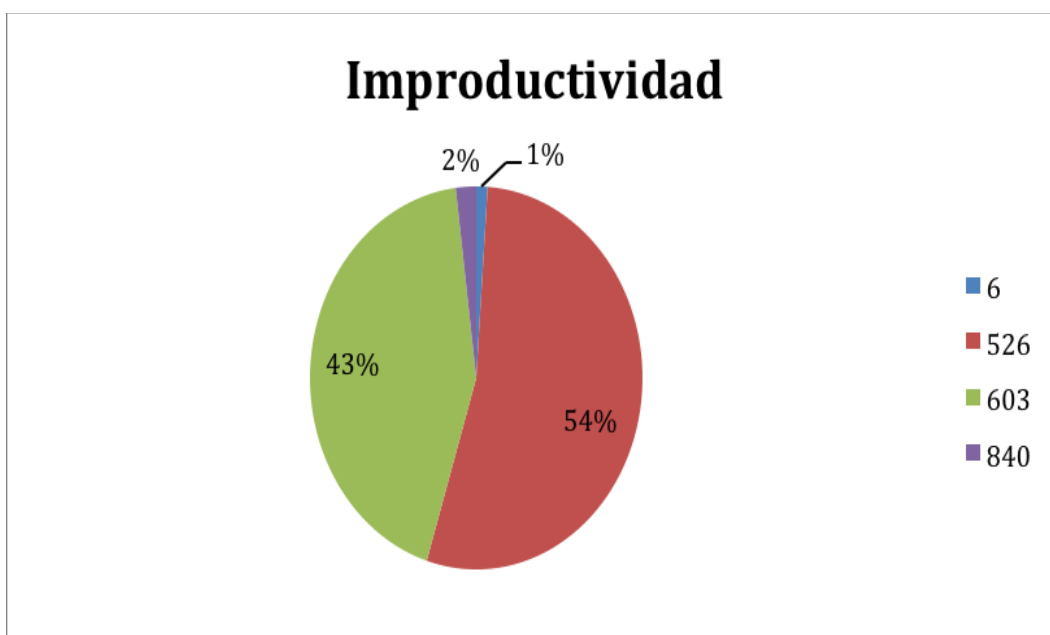


Ilustración 61

- Conclusiones

En este caso es evidente que las ineficiencias prioritarias corresponden a los códigos 526 y 603, que corresponden a mover material en torre almacén y limpiar piezas con restos de granalla respectivamente.

Como se verá mas tarde, se tomó una medida para el código 603, limpiar restos de granalla en piezas y con ello la espera de una mejora en la productividad.

Operario nº 165

El cometido de este operario es el de recoger las piezas de la transmisión que ha sido desmontada previamente e introducida en la lavadora. Este trabajador identifica por referencias los cestones que le vienen, distingue que piezas son válidas y cuales no e introduce las válidas en contenedores para almacenarlas o para que directamente pasen a la zona de reparación.

Estando el tiempo en horas:

Semana 6

Semana 6	T.Productivo	Total improductivo	603	648	791	% Productividad
2/2/15	7,72	0,28		0,28		96,5
3/2/15	7,7246	0,2754		0,2754		96,56
4/2/15	7,58	0,42		0,42		94,75
5/2/15	5,9663	2,0337	0,8	0,98	0,2537	74,58
6/2/15	7,17	0,83	0,55	0,28		89,63

Tabla 35

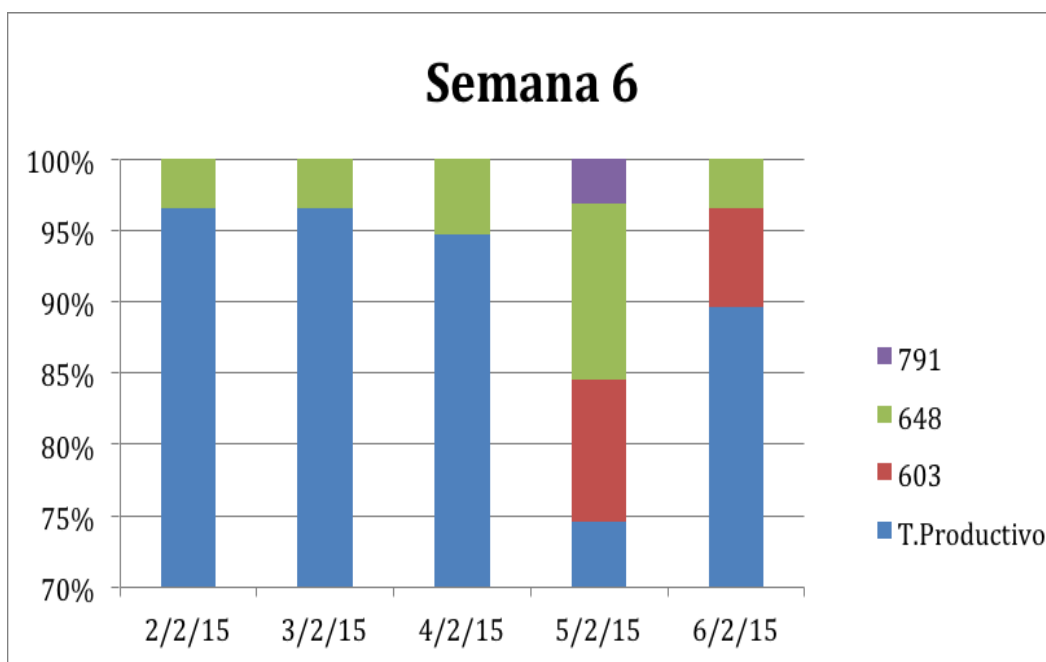


Ilustración 62

Semana 7

Semana 7	T.Productivo	Total improductivo	515	648	%Productividad
9/2/15	7,44	0,56		0,56	93
10/2/15	7,7155	0,2845		0,2845	96,44
11/2/15	7,44	0,56		0,56	93
12/2/15	7,44	0,56		0,56	93
13/2/15	5,8224	2,1776	1,7576	0,42	72,78

Tabla 36

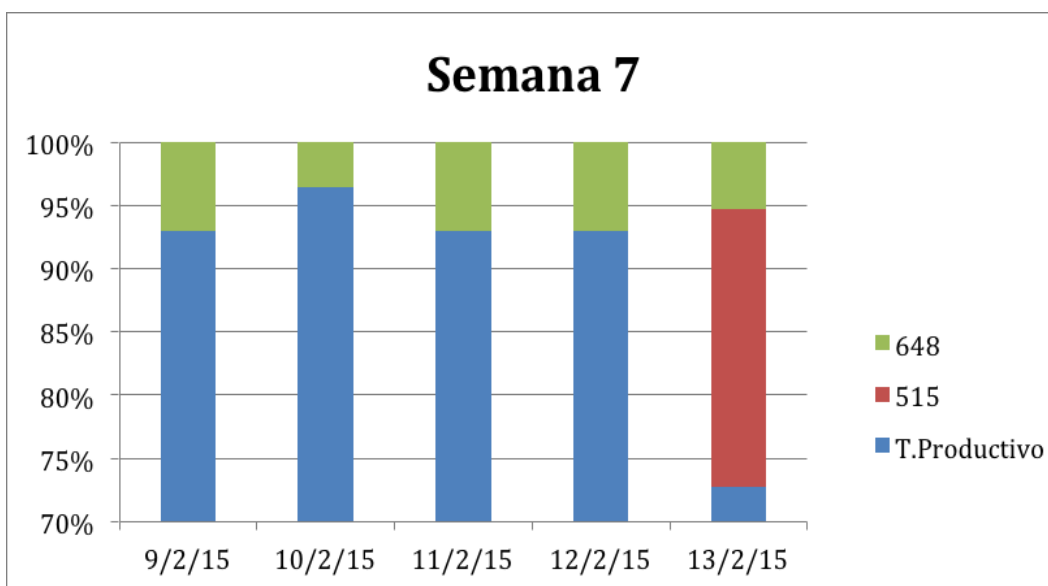
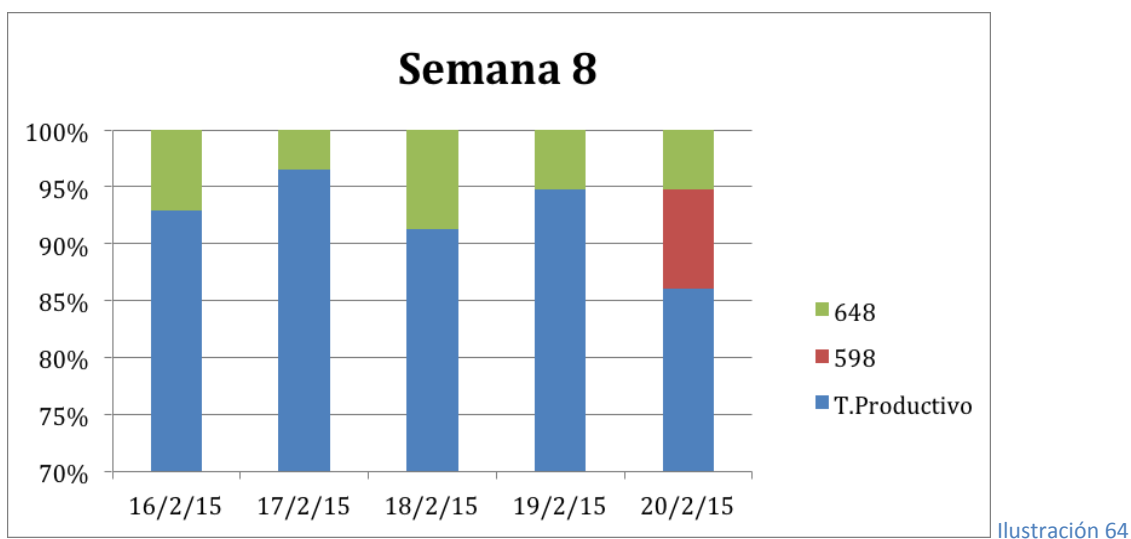


Ilustración 63

Semana 8

Semana 8	T.Productivo	Total improductivo	598	648	%Productividad
16/2/15	7,4367	0,5633		0,5633	92,96
17/2/15	7,72	0,28		0,28	96,5
18/2/15	7,3	0,7		0,7	91,25
19/2/15	7,58	0,42		0,42	94,75
20/2/15	6,88	1,12	0,7	0,42	86

Tabla 37



Semana 9

Semana 9	T.Productivo	Total improductivo	603	648	%Productividad
23/2/15	7,5775	0,4225		0,4225	94,71875
24/2/15	7,32	0,68	0,4	0,28	91,5
25/2/15	7,16	0,84		0,84	89,5
26/2/15	7,72	0,28		0,28	96,5
27/2/15	7,65	0,35	0,35		95,625

Tabla 38

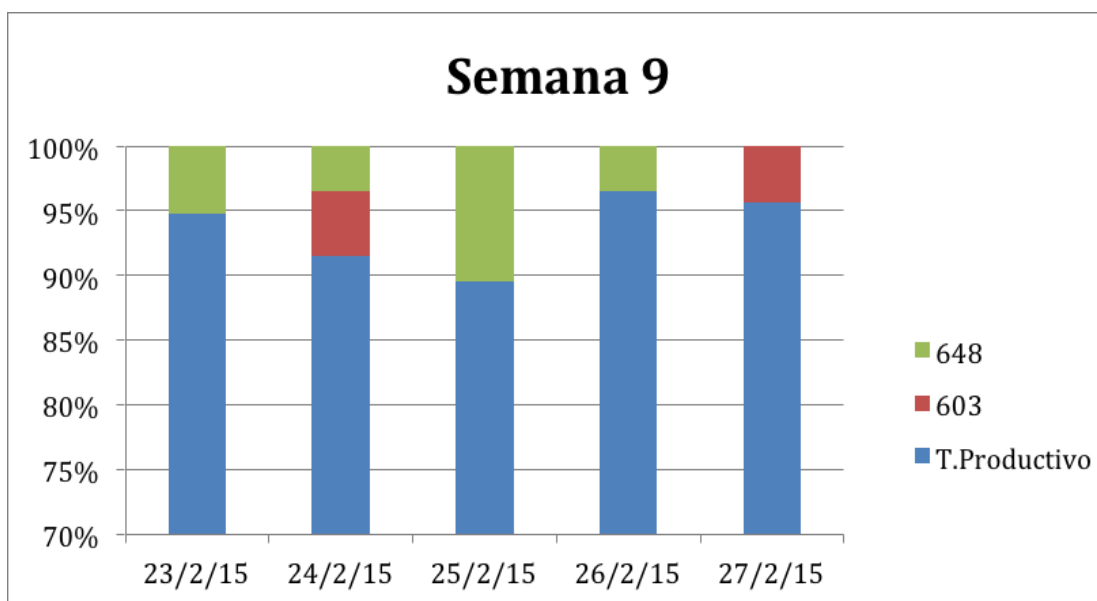


Ilustración 65

Resumen mensual

A continuación se adjunta una tabla resumen con la suma de todas las improductividades en dicho mes, estando el tiempo en horas.

598	603	648	791	Total improductividad	Productividad mes
0,7	2,1	8,8257	0,2537	11,8794	92,58

Tabla 39

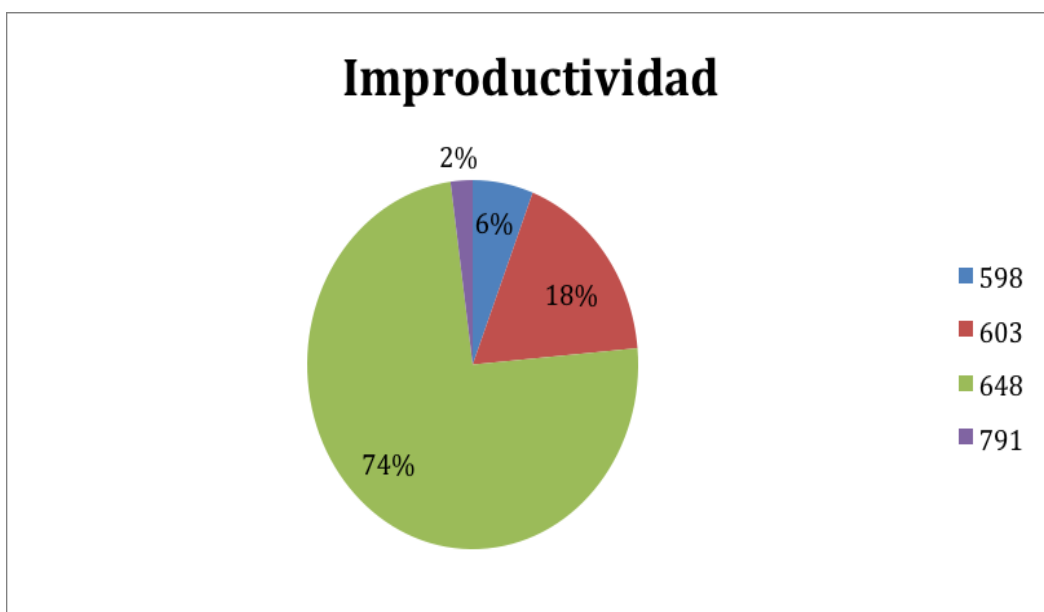


Ilustración 66

- Conclusiones

Para este puesto de trabajo en concreto se observa como el código 648 que corresponde al cambio de orden es predominante respecto de los otros. Esta ineficiencia se observó que predominaba de la misma manera en el desmontaje.

Conclusiones globales en lavado

Así como en el desmontaje no se discernió entre operarios ya que su cometido era idéntico, las conclusiones para el lavado si que hay que separarlas por lo que no se ha realizado un estudio de la improductividad global de los dos.

- Operario 124

En este caso se observan dos ineficiencias que predominan respecto a las otras.

- Mover material en torre almacén(526)

Esta orden corresponde al tiempo que dedica el operario una vez clasificadas las jaulas y metidas en cestas, llevar éstas al transelevador almacenándolas de manera adecuada. No se prevé ningún acto correctivo para esta orden ya que este transelevador es relativamente nuevo y se concretó como la manera mas eficiente de almacenar las piezas de menor tamaño.

- Limpieza de piezas con restos de granalla (603)

Este problema surge cuando las bola-manguetas están introducidas en la granalladora. Está máquina proyecta un abrasivo sobre la pieza eliminando la capa superficial de la pieza que esta cubierta generalmente de óxido.

Lo que no interesa de ninguna manera es que la granalla se introduzca en el interior de los rodets de la bola-mangueta, ya que de ser así, estas diminutas partículas mecánicas deteriorarían el funcionamiento de la transmisión una vez montada.

Hasta ahora, las bola-manguetas eran introducidas a la granalladora con una tapa de goma que cubría la parte interna de la mangueta. Sin embargo, esta tapa no sella lo suficiente la parte interna y a veces se introduce granalla en el interior de la mangueta. Cuando esto sucede, este operario es encargado de limpiar a mano las manguetas y eliminar los restos de granalla.

A través de este estudio se comprobó que éste era un problema demasiado frecuente para no tomar a cabo medidas. Por ello, estas tapas de goma fueron reforzadas con un sistema de dos muelles y una fijación a la parte superior de la mangueta.

A continuación, se muestra una imagen de cómo eran las anteriores tapas y a su lado el refuerzo que se ha diseñado para resolver el mencionado problema.



Ilustración 67

- Operario 165

- Limpiar piezas con restos de granalla(603)

Se trata del mismo problema que tiene el otro operario, este trabajador ayuda al otro cuando tiene demasiadas piezas para limpiar. Como medida se ha tomado la misma que para el anterior operario.

- Cambio de orden (648)

Para este trabajador queda todavía mas patente que el mayor tiempo improductivo dedicado es para esta orden con un total de 8,83 horas mensuales que supone un 5,5% del tiempo total. Esta ineficiencia observada tanto en desmontaje como en el lavado podría llevarnos a una reestructuración del lay-out en el desmontaje, se plantea la posibilidad de que los operarios de desmontaje introduzcan en la lavadora las referencias completas una vez terminadas de desmontar enteras, de esta manera, este operario no tendría que comprobar cada vez que le viene una cesta de que referencia procede.

Lay out futuro

Introducción

Las nuevas mejoras implican un cambio en los equipos necesarios para el desmontaje. Es ésta una de las razones por las que el lay-out debe ser modificado. La introducción de la pistola neumática, la cual irá colocada en un ingrátido para mejorar la ergonomía en el puesto de trabajo y el puesto de desmontar juntas, que aunque no esté preparado para ser instalado en las células de desmontaje se conocen sus medidas, conllevan una nueva distribución del espacio de trabajo.

Además, el cambio más significativo es que se quiere adaptar las células de trabajo para que todos los trabajadores de la célula trabajen para la misma orden. Este hecho podría regular el flujo de material que sale de la lavadora del desmontaje hacia el puesto de lavado y el acondicionado. De esta manera el empleado de estos puestos de trabajo no se verán obligados a identificar cada cesta que le llega del desmontaje. Este proyecto es el siguiente que se llevó acabo en el desmontaje.

Como resultado se ha optado por disponer de 2 células de trabajo, una de ellas absorberá todas las ordenes de desmontaje “cortas” y la otra célula será responsable de desmontar las órdenes largas. A continuación se resume lo explicado anteriormente y otros factores que han determinado la decisión de optar por dos células:

- De esta manera las células son capaces de absorber una orden completa hasta terminarla, pudiéndose agilizar desmontaje de cascos cuya demanda de componentes en el montaje es urgente.
- La inversión que requiere el puesto de desmontar juntas implica que no sea posible la compra de las mismas en número elevado. Además, se prevé que a largo plazo no se invierta en más de dos de estas máquinas (todo irá en función de la mejora en la productividad que supongan), es por esto que este hecho es un limitante a la hora de diseñar un lay-out.

Programa de necesidades

En este apartado se describe los elementos necesarios que deberá disponer cada una de las dos células de trabajo para el desempeño total del proceso de desmontaje. A partir de datos obtenidos anteriormente como: diagramas de flujo, estudio de saturación de máquinas, mediciones de tiempos, datos relativos a cascos, se tiene un mapa global de todo el desmontaje y puede estimarse casi con total exactitud todo lo necesario para su correcto desmontaje. Si bien es cierto que este nuevo lay-out es susceptible de cambios una vez instalado debido a pequeños detalles propios de cada casco que modifican su desmontaje o por otra parte, una vez instalado el lay-out, la experiencia de los trabajadores o de los encargados harán ver fallos imperceptibles a la hora de diseñar el lay-out.

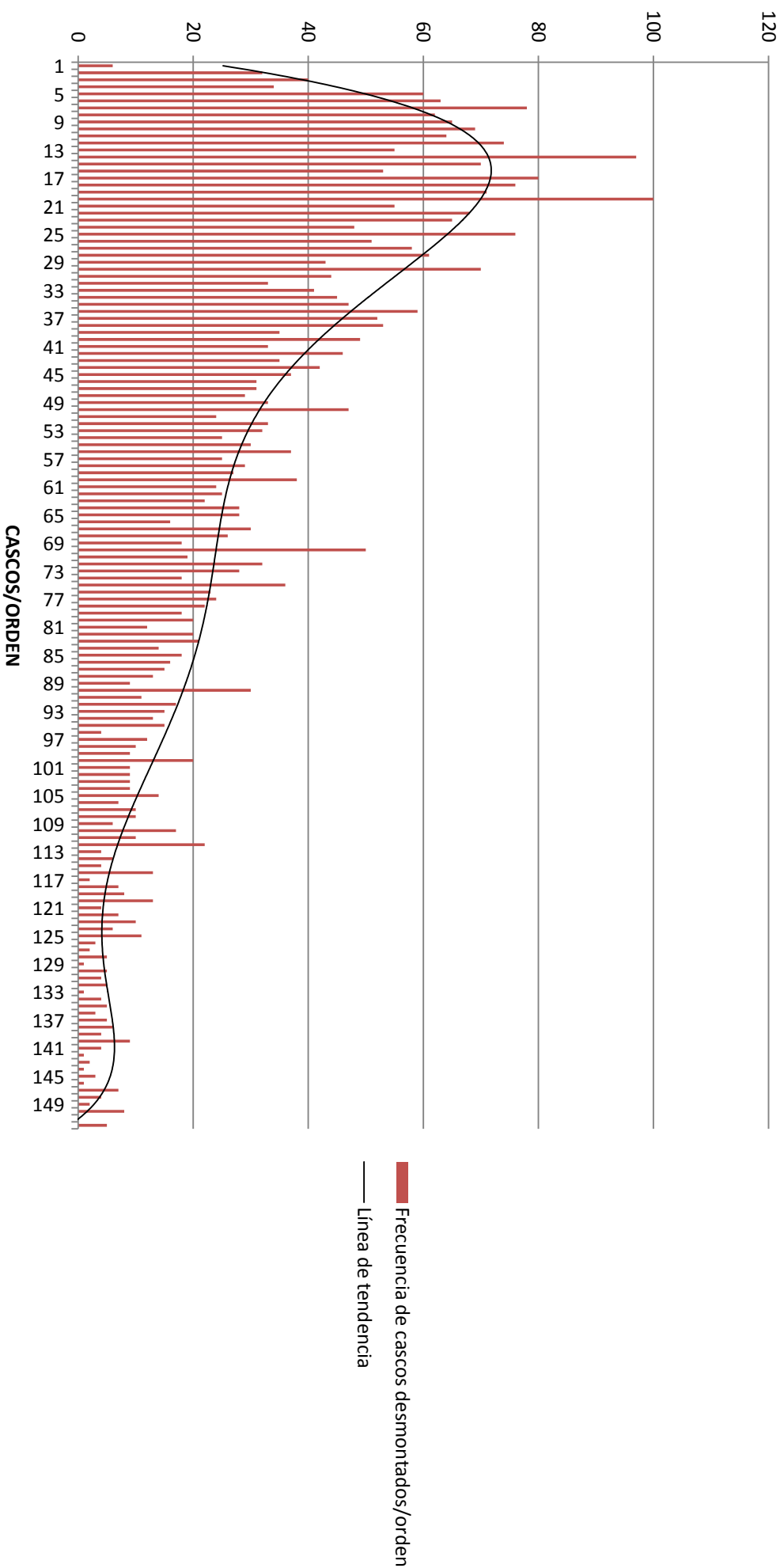
Estudio de ordenes de desmontaje en 2014

Para conocer las necesidades que iban a necesitar ambas células era importante saber la magnitud que tenían las órdenes de desmontaje. Este estudio fue importante para el siguiente proyecto que se llevo a cabo, el de desmontar una sola referencia e introducirla a la lavadora. Aunque los resultados concluyeron como se verá ahora en que sería necesario primero regular el flujo de órdenes en el desmontaje para que este proyecto fuera factible.

El estudio se realizó tomando los datos de las órdenes de desmontaje de 2014 y se realizó un histograma para conocer de que magnitud son las órdenes de desmontaje. No se van adjuntar las tablas completas ya que suman un total de 4239 órdenes, se realizará un resumen del mismo.

- En 2014 se dieron un total de 4239 órdenes de desmontaje
- La media de las mismas es de 49,18 cascos por orden
- Sin embargo un dato poco favorable es que la desviación típica es de 43,11. Es decir que se desmonta una media de $49,18 \pm 43,11$ cascos. Esto deja en evidencia el desorden en flujo que existe en estos momentos en el desmontaje y la dificultad que va a suponer desmontar una sola referencia a la vez.
- Por otro lado si va a ser posible a través de este estudio de dotar a cada una de las células para desmontar órdenes cortas y largas respectivamente.

HISTOGRAMA ORDENES DE DESMONTAJE 2014



ORDENES<15 CASCOS	ORDENES>15 CASCOS
869	3369
20,505 %	79,495 %

A partir de este estudio se pudo determinar las necesidades de máquinas que necesitaba cada célula acorde con las órdenes y los trabajadores que iban a residir en ellas. Además se decidió que órdenes iban a pasar por cada una de las dos células.

Distribución del espacio

En primer lugar se va a comentar el espacio adjudicado a cada una de las dos células:

- La célula de órdenes cortas esta preparada para absorber órdenes de menos de 15 cascos por orden, las cuales suponen un 20% total de las órdenes de desmontaje. El espacio es asignado mucho menor que la otra célula diseñada. Por otro lado en esta célula ira colocada una prensa horizontal que sirve para desmontar un tipo especial de cascos que tienen en la tulipa una carcasa lisa.
- La otra célula o mas bien, macro-célula, absorberá la mayor parte del desmontaje. En esta célula irán destinadas órdenes de mas de 15 cascos que suponen el 80% de las órdenes. El espacio que se le ha asignado es similar al de 3,5 células anteriores y en el irán destinados 3 trabajadores.

Máquinas asignadas por célula

A partir de el estudio de saturación que se ha realizado anteriormente y la previsión que se tiene en función de las órdenes de desmontaje puede deducirse la

necesidad de máquinas existentes en cada célula. Cabe recordar que existe el limitante de el puesto de desmontar juntas, el cual está limitado a uno por célula.

Para la célula de desmontaje de órdenes cortas se dispone de los siguientes medios:

- Una prensa horizontal para la extracción de tulipas con carcasa lisa
- Una mesa para desgatillar juntas GE
- Un puesto para desmontar juntas
- Una prensa vertical para extraer el trípode de la barra
- Un útil 12AS-136 para extraer tulipas
- Un puesto de desmontar juntas para separar la junta GE de la barra
- Un ingravido donde irá colocado la pinza neumática

Para la célula de desmontaje de órdenes largas se asignan las siguientes máquinas:

- 3 útiles 12AS-136 para extraer tulipas
- 3 mesas de desmontar juntas
- Un puesto de desmontar juntas
- Una máquina para romper carcasas
- Una prensa vertical para extraer trípodes de barra o nueces
- 3 ingravidos para sujetar las pinzas neumáticas
- Dos mesas para desgatillar juntas GE

Conclusiones generales

Como resultado del presente trabajo fin de grado se han logrado una serie de mejoras que han quedado patentes en GKN Ayra Servicio. Unas de estas mejoras son tangibles y otras de ellas no lo son.

Se han logrado los objetivos que se habían propuesto al comienzo de este trabajo fin de grado, lográndose mejoras tanto en la productividad como en la seguridad y salud de los empleados de esta zona de la fábrica.

Para lograr los objetivos que se marcaron al comienzo de este proyecto se han diseñado y creado las siguientes mejoras:

- Unas mordazas para pistolas neumáticas.
- Una máquina capaz de desmontar juntas.
- Una mejora en el enmascaramiento de las piezas al granallar.

Los puestos de esta zona se van a ver visiblemente modificados con las mejoras introducidas, esto lleva a una mejor imagen de la fábrica cuando vienen auditorías externas o de personal propio de GKN de otras sedes. De hecho, en una de las últimas auditorías que se realizó a GKN Ayra Servicio por un alto cargo de la división Driveline se exigió que se retirase el martillo en los puestos de desmontaje, lo cual con la introducción del puesto de desmontar juntas se conseguirá.

Las mejoras introducidas han supuesto un avance en materia de seguridad y salud en el puesto de trabajo, ya que se han sustituido medios manuales de desmontaje por medios automáticos. Las anteriores maneras de desmontar implicaban el uso de martillo y tenaza, que acarreaban un deterioro físico del empleado a medio y largo plazo. De la misma manera, las mejoras introducidas han supuesto una mejora en la productividad para la zona de desmontaje.

Por otro lado, se han creado diagramas de flujo y mediciones de tiempos que han permitido visualizar el trabajo en el desmontaje, medirlo y por lo tanto estandarizarlo. Este hecho también supone una mejora para la fábrica, ya que hasta el momento los modos de trabajo en esta zona de la fábrica eran desconocidos para gran parte del personal de la empresa.

Por último, a través del estudio de tiempos y diagramas de flujo, se han visualizado posibles mejoras de cara al futuro para el proceso de desmontaje:

- Adaptar o crear una máquina capaz de desmontar las juntas de mangueta de manera automática, es una de las operaciones manuales que no se ha podido automatizar por el momento y la que mas tiempo ocupa.
- Adaptar o crear una máquina/útil para sacar el circlip de la barra de manera automática o semi-automática.

Bibliografía

- Bases de datos de GKN Ayra Servicio S.A
- Toyota Production System: An integrated approach to Just-In-Time, 4yh Edition. Autor: Yasuhito Monden. 28 Oct.2011.
- www.leanroots.com
- <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/las-siete-herramientas-de-la-calidad/>